GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

1988-1989

Energy, Mines and Resources Canada
Hon. Jake Epp
Minister

Energie, Mines et Ressources Canada
L'hon. Jake Epp
Ministre

Canada

THE ENERGY OF OUR RESOURCES

THE POWER OF OUR IDEAS

92-04853/

COVER

IN MEMORIAM: The Canadian geoscience and arts communities lost one of their most eminent and beloved members on December 23, 1988 with the death of Maurice Hall Haycock.

Born in 1900 in Wolfville, Nova Scotia, Dr. Haycock carried out pioneering geological work in the eastern Arctic in the Twenties. During his long career, much of it associated with the Department of Energy, Mines and Resources, he travelled over 300,000 miles in the Canadian Arctic and painted some 1,000 Canadian landscapes.

Shown on the cover is "Operation Coppermine: 1959".

Minister of Supply and Services Canada 1989
Catalogue No. M2-4/1-1989
ISBN 0-662-57170-3

TABLE OF CONTENTS

A Message from the Assistant Deputy Minister for the Geological Survey of Canada 2

Introduction 4

Organizational Profile 5

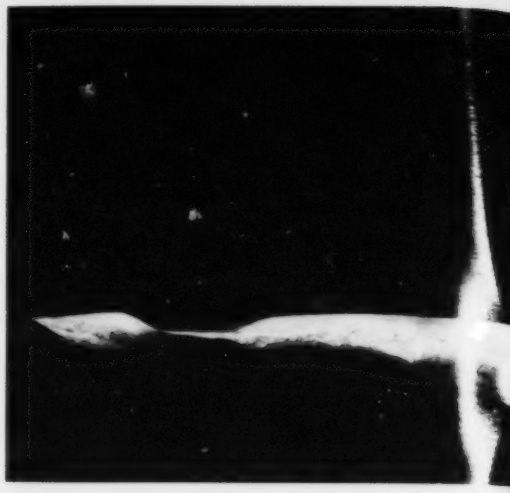
Program Highlights 9

- *Energy* 9
- *Environment* 15
- *Minerals* 20
- *Information* 24

Polar Continental Shelf Project 28

Organization Chart 31

Financial Statement 32



A MESSAGE FROM THE ASSISTANT DEPUTY MINISTER FOR THE GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

The past year has been one of reappraisal and change for the Geological Survey of Canada. The reorganization that elevated the Survey to independent sector status within the Department of Energy, Mines and Resources in April of 1987 has had far-reaching implications and effects – as has the concerted government-wide effort to streamline costs while maintaining good quality service to the public.

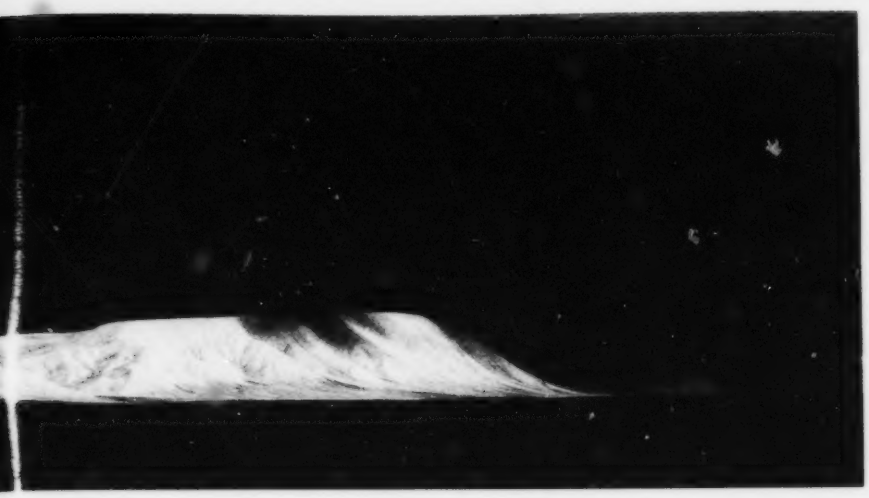
In response, the Survey's management team has devoted considerable effort and much careful thought over the past year to getting "more science and more service for less dollars". New reporting lines have had to be forged and existing management systems finetuned. More important, and very positively, these changes sparked a vigorous appraisal of the Survey's role and responsibilities in light of rapidly changing government and industry priorities and growing societal concerns about the state of the environment.

As a result, key research priorities have been identified whose enhancement will increase not only the Survey's relevance as a federal scientific agency serving the nation, but also the agility and flexibility with which it can respond to new challenges and growing demands for its services. Three priority research areas of great importance involve:

- national mapping to address the increasing need by industry for up-to-date geoscientific maps,
- technology development linked to mineral exploration, particularly for base metals, and
- an increased emphasis on projects in the hydrocarbon-rich Western Canada Sedimentary Basin.

These initiatives are pinned to specific needs expressed by Canada's mining and oil and gas industries. As such they have direct implications for Canada's economic prosperity. For example, Canada is the world's largest exporter of minerals, with this activity accounting for fully one fifth of annual export earnings and jobs for over 150 000 Canadians. Figures for the oil and gas industry are equally significant.

Over the next few years, the Survey will also be focussing more attention on environmentally related research, especially studies linked to one of the most ambitious international scientific initiatives ever undertaken, Global Change. Under its sweeping mandate, the Global Change program aims to bring together and synthesize new information from diverse scientific disciplines that will enable us to assess the significance of, and to seek rational solutions to, changes that our planet seems to be going through as a result of human activity. Here the Survey can make important contributions because environmental problems generally have a geological



Devon Island, N.W.T.
(Photo T. Frisch)

component. Furthermore, the geological record is the only existing record of the Earth's past climate and environmental conditions. This is a crucial baseline of past environmental change against which we can measure contemporary, and future, global change.

Global Change will not be the only area of environmental geology research. An enhanced environmental geochemistry program will look at particular toxic elements such as heavy metals, how they are transported, for example in groundwaters, their effects on the landmass and how they bring about other geochemical changes. It will also look at the relationship between geochemical anomalies such as radon and health problems. Equally important, a strengthened environmental marine geoscience program will increase our ability to predict how our coastlines will respond to various combinations of environmental factors such as sea level changes, storms and other extreme events, sediment supply characteristics and ice.

Fundamental to the various environmental studies is collaboration with other agencies, both nationally and internationally, to seek solutions to environmental problems that are both multidisciplinary and global in nature. Here again the Survey can provide leadership and valuable expertise. Our track record of promoting multidisciplinary, cooperative research is impressive and we have a solid reputation on the world science scene.

In all of these priority research areas, state-of-the-art knowledge and expertise is a prerequisite. Through teamwork coupled with strategic planning and careful marshalling of resources, the Survey is building on its tradition as a centre for excellence in the geosciences.

Elkanah A. (Ken) Babcock

INTRODUCTION

Founded in 1842, the Geological Survey of Canada (GSC) continues its tradition of excellence in providing for Canadians the best possible geoscientific knowledge, technology and expertise about Canada and its offshore, its mineral and energy resources and the natural conditions that affect land and seabed use.

During the past year, GSC management reappraised the Sector's role and responsibilities. As a result, plans to enhance or refocus key programs were developed; these encompass:

- a national mapping program coordinating multidisciplinary geoscience in a long-term strategy;
- an enhanced environmental geology program focussing geoscience on national and global problems;
- an enhanced earthquake hazard program to strengthen national monitoring capability and to increase hazard assessment on the West Coast;
- more emphasis on projects in the Western Canada Sedimentary Basin in response to strong energy industry interest;
- increased development of exploration science and technology in support of the mineral industry, particularly as related to base metals;
- a program to encourage technology transfer, cooperative ventures and provision of assistance to Canadian companies operating internationally;
- a GSC corporate communications unit.

The study of Canada's hydrocarbon resources constitutes a major component of the Survey's work. The Bowser Basin, shown here, is the largest discrete sedimentary basin in British Columbia; it was discovered by the Survey in 1956.

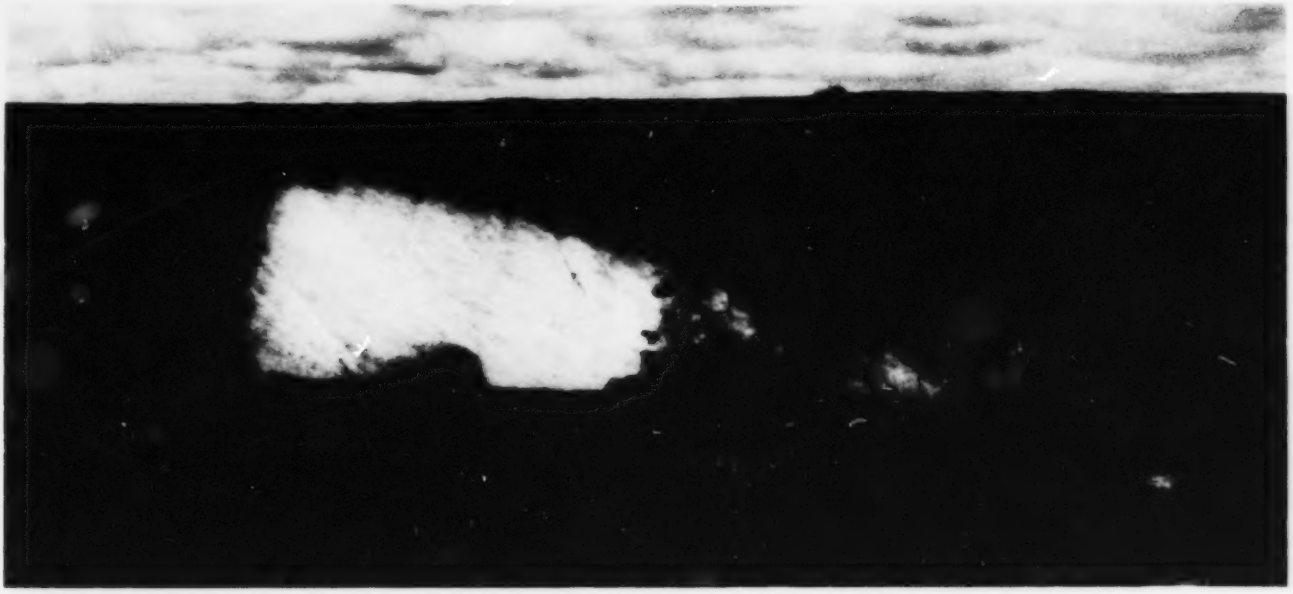
ORGANIZATIONAL PROFILE

SEDIMENTARY AND MARINE GEOSCIENCE BRANCH

This Branch provides geoscientific information and resource assessments for Canada's economically important sedimentary regions (including the Great Plains, the Cordillera, the Appalachians, the East and West Coast offshore and most of the Arctic). Within this vast area are found all of Canada's oil, natural gas and coal resources, as well as such important minerals as lead, potash, uranium and zinc.

The Branch's responsibilities for earthquake hazard analysis for the West Coast have grown dramatically since Survey scientists found evidence that points toward the potential for a "mega-earthquake" in southern British Columbia and Vancouver Island. The marine research carried out on both coasts and in the Arctic by this Branch provides a solid base of geoscientific information about our oceans.

The Branch has three divisions: the Atlantic Geoscience Centre (Dartmouth, Nova Scotia), the Cordilleran and Pacific Geoscience Division (Vancouver and Sidney, British Columbia) and the Institute of Sedimentary and Petroleum Geology (Calgary, Alberta).



Massive ground ice exposed in the core of a pingo, near Tuktoyaktuk, Northwest Territories.

GEOPHYSICS AND TERRAIN SCIENCES BRANCH

This Branch is responsible for national scientific programs that provide information about contemporary geophysical and geological processes posing hazards (e.g. earthquakes, landslides) and constraints to economic development (e.g. ground ice, permafrost). It also conducts research that defines the Quaternary geology and geophysical attributes of the Canadian landmass.

The expertise housed in this Branch and the results of its work are used by a diverse range of government, university and industry clients interested in public safety, the environment and mineral exploration. For example, research on seismic hazards is used to develop the National Building Code, while permafrost studies have direct applications to land use planning in the North.

Headquarters and research facilities for the Branch's two divisions, the Terrain Sciences Division and the Geophysics Division, are located in Ottawa; observation facilities for its national seismological, geomagnetic and geodynamic networks are found throughout Canada.

CONTINENTAL GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES BRANCH

This Branch uses modern techniques to carry out comprehensive geological mapping, synthesis and interpretation of the mineral-rich Canadian Shield and Appalachian region. A current priority is the application and testing of plate tectonic theory to improve understanding of the origin and evolution of Canada's continental crust.

Structural studies of gold-bearing veins across Canada are an important research target of the Survey.

The Branch provides comprehensive knowledge of the nature and distribution of Canada's mineral resources; develops concepts and technologies to aid Canadian industry in the search for new resources; provides a scientific basis for resource management and land use planning; undertakes systematic geochemical and airborne radiometric surveys of the Canadian landmass; provides compositional analyses of geological materials; and develops relevant standards.

The Branch has two Ottawa-based divisions, the Lithosphere and Canadian Shield Division and the Mineral Resources Division. A new division, the Quebec Geoscience Centre at Sainte-Foy, Quebec was established on October 1, 1988, as a joint venture with l'Institut national de la recherche scientifique – géoressources. Founded in part to ensure a balanced presence for the Survey across the country, the new centre has a mandate to pursue programs mainly in Eastern Canada in the fields of regional geology, metallogeny and Quaternary studies. During its first six months of operation 13 staff (of a future total of 25) were hired. Seven scientific projects will be started in the summer of 1989.

FORUM 89, the Survey's annual "open house", which took the environment and public safety as its theme, attracted over 700 participants. The 80 poster presentations sparked a valuable interchange of information and ideas.

OFFICE OF THE CHIEF SCIENTIST AND PROGRAMS, PLANNING AND SERVICES BRANCH

Fundamental to the Survey's mandate is a commitment to make the results of its diverse research programs accessible to all Canadians. The combined Office of the Chief Scientist and the Programs, Planning and Services Branch manage an in-house publishing process ranging from editing and translation, cartographic work and design, through to distribution and sales. The Branch also coordinates GSC's corporate communications and marketing requirements for the Survey, and maintains the National Geoscience Library, Canada's premier collection of earth science literature.

The Branch is responsible for the overall quality and integrity of GSC's scientific programs, for the information and management systems by which they are planned and evaluated, for common administrative services, and management policies and procedures. It also provides "across the board" coordination for a wide range of special programs including: special national programs delivered by more than one of GSC's Branches; GSC's involvement in external collaborative, multi-agency research initiatives (e.g. the federal geoscience elements of the Mineral Development Agreements with the provinces and territories); various federal programs such as Northern Land Use Planning; all aspects of GSC work funded through the Energy Research Program; technology transfer; and all international activities.

PROGRAM HIGHLIGHTS

The research program of the Survey is diverse and its applications have far reaching implications for all Canadians.

Geoscience data collected and analyzed by the Survey has been and will continue to be a crucial component of the success of such linchpins of the Canadian economy as the energy and minerals industries. Assessments of natural hazards such as earthquakes and landslides provide information fundamental to establishing safe building codes and ensuring rational land use and development of major installations such as nuclear power plants and hydro-electric dams. Similarly, studies of natural phenomena such as permafrost form the basis for safeguarding fragile environments when development is being considered.

These are just a few examples of the work of the Survey, but all typify the fundamental level at which the Survey contributes to the maintenance and furtherance of the high standard of living enjoyed by Canadians.

Highlights for the Survey's research program for 1988-89 follow.

ENERGY

▶ **IN THE FALL** of 1988, Canada, a member of the international Ocean Drilling Program (ODP) since 1985, signed a Memorandum of Understanding with Australia to share its ODP membership in a ratio of 2:1 (Canada:Australia). During the year GSC scientists participated in two ODP cruises in the Indian Ocean; results had direct applications to ongoing research on East Coast sedimentary basins and on the creation of the Labrador Sea/Atlantic Ocean. Canada submitted three proposals for drilling in the northeast Pacific in 1991-92.

▶ **A KEY PRODUCT** of the Frontier Geoscience Program, the "Labrador Sea Basin Atlas" neared completion. The first in a series of Basin Atlases, it synthesizes four years of research carried out by industry and government. The series describes and interprets the continental margins and associated sedimentary basins of Eastern Canada in terms of their geological structure, sedimentary facies, history of basin development, and the generation, maturation and preservation of hydrocarbons. Atlases for the Scotian Shelf and Grand Banks are slated for production in 1990.

Frontier Geoscience Program (FGP)

The mandate of the FGP, established in 1984, is to develop an understanding of the origin and history of sedimentary basins in Canada's frontier regions (the Arctic and the offshore) and to establish a geoscience database from which resource potential of these regions can be evaluated.

A major event for the GSC this year was the renewal in September 1988 of the FGP. Recognizing the program's importance to Canada's energy future, Cabinet decided that FGP should become a permanent part of the Survey's research responsibilities.

One of the FGP's major thrusts this year was the Queen Charlotte Island seismic survey. Over 1000 km of deep crustal seismic data has enabled a new interpretation of the geological development of the Queen Charlotte Basin and a more sophisticated assessment of the offshore resource potential.

A key product of the Frontier Geoscience Program (FGP), the Basin Atlas Series, provides a description and geological interpretation of the continental margins and associated sedimentary basins, in terms of geological structure, sedimentary facies, history of basin development and the generation maturation and preservation of hydrocarbons. The "Labrador Sea Basin Atlas", the first in the series to be released, is a folio of some 80 maps. Other atlases in the East Coast Basin Atlas Series, when published, will cover the Grand Banks, Scotian Shelf, Hudson Bay and the Gulf of St. Lawrence Basins.

GSC's Oil and Gas Forum provided an excellent venue to premiere the new Labrador Sea Basin Atlas, the first of a proposed series of atlases designed to display results from the Frontier Geoscience Program.

A REPORT on "Petroleum Resources of the MacKenzie Delta-Beaufort Sea" was released in the fall of 1988; it contributes to the Basin Atlas of the MacKenzie-Beaufort Sea which is planned for publication in 1991. The report has been already used to address policy issues related to the development of petroleum resources, possible pipeline development and issues involving the Northern Accord.

AN IMPORTANT GSC report, "Conventional Oil Resources of Western Canada (Light and Medium)", was released in April 1988. *Oilweek* called it "required reading for Canada's oil industry", and over 1400 copies have been sold. Another important report "Coal Resources of Canada" neared publication. It has already generated much interest from the coal and investment communities and is expected to be the reference on Canada's coal resources for exploration and development potential and for environmental quality of coal.

SEISMIC WORK on the East Coast included the completion of a deep seismic reflection line across the Scotian Shelf and margin as part of a continuing deep crustal study of the offshore. Another major seismic refraction study

(Continued on page 15)

"Conventional Oil Resources of Western Canada" was one of the Survey's bestsellers in 1988.

Technology Development: Some of GSC's Cooperative Success Stories

▶ **An innovative transient electromagnetic method to measure seafloor electrical conductivity was developed in cooperation with the University of Toronto. It can determine the thickness of offshore hydrothermal mineral deposits and locate permafrost or gas hydrate layers, among many other potential applications.**

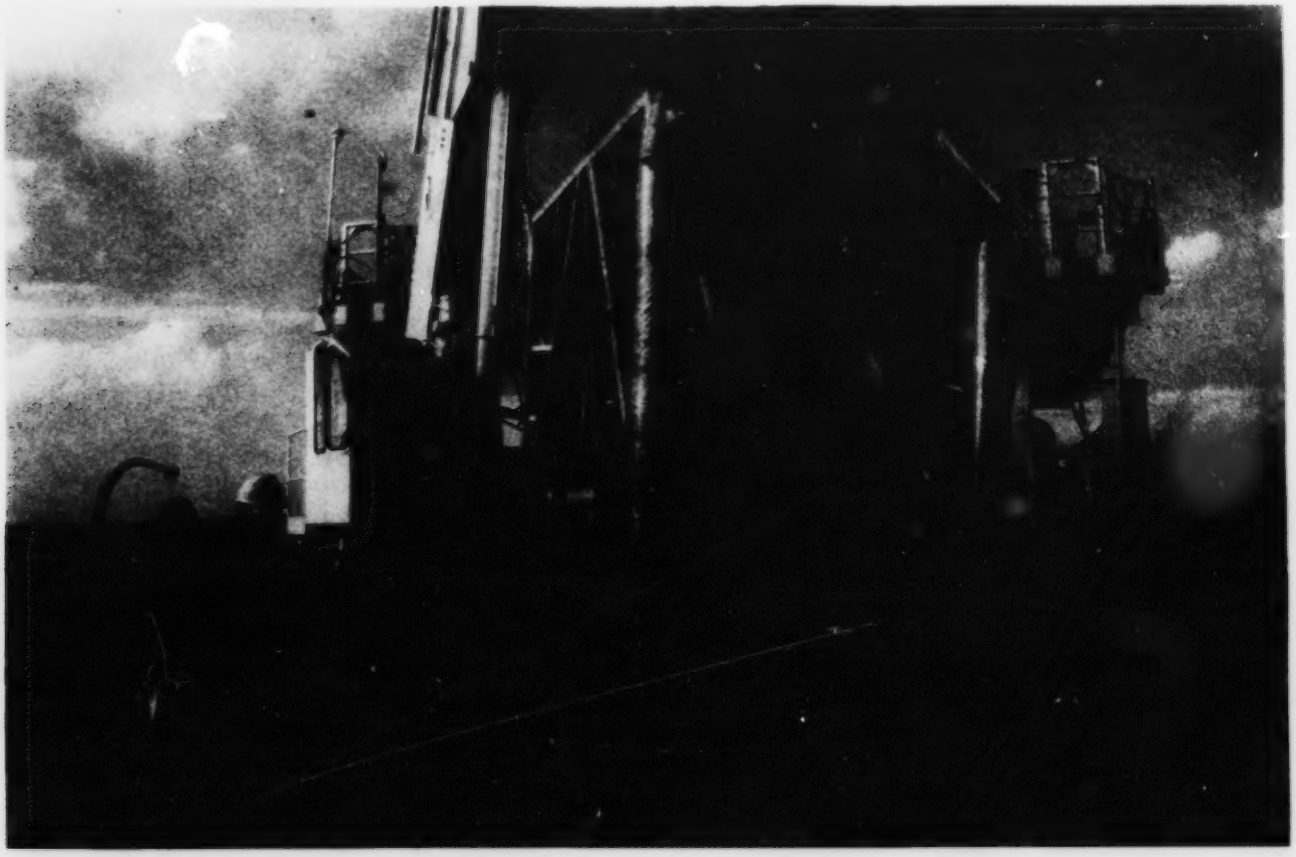
▶ **Computer software, developed by the GSC, has proven to be a world-class winner for the high quality geological models and coal resource assessments it can produce. Models have been successfully produced for a variety of coal companies.**

▶ **Since 1982, the GSC has worked closely with the University of Rhode Island and Sandia Laboratories of Albuquerque, New Mexico in the development of a unique Long Coring Facility (LCF) which enables scientists to obtain long undisturbed cores from the seabed (the LCF has the potential for collecting undisturbed samples to a maximum of 50 meters). GSC recently took over ownership of the LCF; the Canadian research vessel CSS HUDSON has been specially adapted for the equipment.**

By automating its spinner magnetometers, the GSC was able to increase productivity in its paleomagnetic labs. The system is now being marketed world-wide by Robotics Systems International of Sidney, British Columbia.

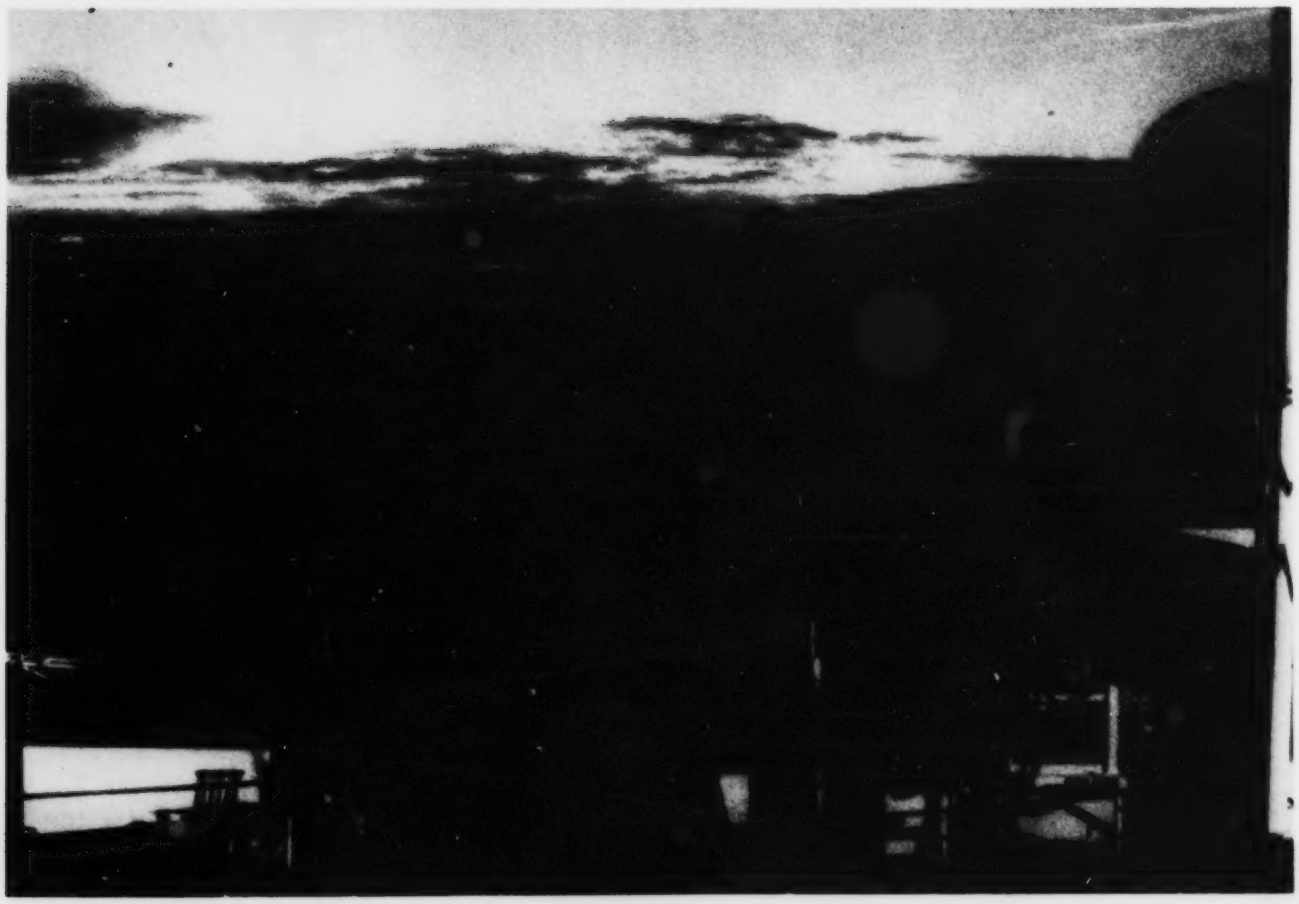
▶ **GSC, along with other government agencies, is co-operating with International Submarine Engineering of Port Moody, British Columbia in the development of a Remotely Operated Vehicle (ROV) which will allow for underwater research at depths up to 5000 meters. Problems, identified during early trials, have been overcome and further operational testing is scheduled for the summer of 1989.**

▶ **To understand better the stability of seafloor sediments for engineering applications, in-situ measurements of lateral stress and pore pressure are required. This need is being met by the development of a downhole Lateral Stress Tool (LAST) by In-Situ Research Ltd. of Vancouver and Adara Systems Ltd. of Burnaby, British Columbia under contract to the GSC.**



The Remotely Operated Vehicle (ROV) will allow for underwater research at depths up to 5000 metres.

A major seismic survey near the Queen Charlotte Islands, B.C. was completed in the summer of 1988. The data collected was used to produce the first modern multichannel reflection results for the western Canadian margin between Vancouver Island and Dixon Entrance. This was a solid first step towards catching up to the level of seismic coverage now available for Canada's other continental shelves. In view of public concern about the Queen Charlotte Islands and the possible effects of seismic testing on the marine environment, the GSC held a series of public meetings and information sessions prior to conducting the work.



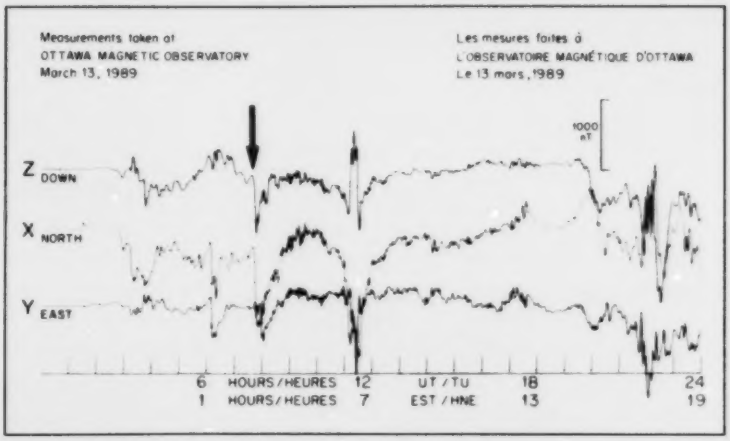
Installing a seismometer in the field survey following the Saguenay earthquake, Quebec, in November 1988.

was completed in the Gulf of St. Lawrence. Results from both will lead to a clearer picture of the resource potential of these areas.

THE PEACE RIVER Arch Project, aimed at increasing our understanding of the economically important Western Canada Sedimentary Basin, progressed substantially this year. This cooperative study with the Alberta Geological Survey involves a range of geoscience subdisciplines and is of particular interest because of the significant hydrocarbon resources associated with the basin.

THE MAGNITUDE 6.2 Saguenay earthquake of November 25, 1988 near Chicoutimi, Quebec was the largest in eastern North America since 1935. As a result of a magnitude 4.7 foreshock two days before the event, GSC seismologists had increased field monitoring in the region; this was continued for two weeks through the aftershock period. Because the earthquake took place in a region thought to be "seismically-dead", additional permanent seismic monitoring facilities were established in the Saguenay area. In March 1989, two earthquakes (magnitude 4.3 and 4.4) in the Charlevoix seismic zone, 130 km southwest of Chicoutimi, aroused further concern. In total, 86 strong earthquakes, 37 of which were felt, were documented in or near Canada during the past year.

GSC CONTINUED to study earthquake hazard in the West Coast Cordillera and adjacent offshore, one of Canada's most seismically active regions. These studies have shown evidence for a "mega-earthquake" hazard (as high as 9.0 on the Richter Scale) in southwestern British Columbia and Vancouver Island.



Magnetogram recorded at the Survey's Ottawa Magnetic Observatory in mid-March shows the start of very active magnetic field conditions that were a major factor in widespread disruptions of communications and hydro-electric power services experienced in the northern hemisphere. Arrow shows when hydro-electric problems started.

▶ **A THREE-YEAR**, $3.5 million modernization of the Yellowknife seismological array was completed on schedule, with the official opening scheduled for September 1989. The array is used for research to discriminate underground nuclear explosions from naturally occurring earthquakes, and to develop seismological techniques that would be part of the verification provisions of a ban on underground nuclear testing. On the basis of these studies, the Survey provides advice to the Department of External Affairs in the formulation of Canadian policy on test ban issues. The completion of the new array puts Canada in a position to make a significant international contribution of seismic data for purposes of test ban monitoring.

▶ **GSC'S MAGNETIC FORECASTING** program became the focus of interest following a major geomagnetic storm on March 12, 1989 that was the principal factor in a massive Hydro-Québec power failure and in power transmission problems elsewhere in Canada. The Earth is entering a period of high solar activity, with many sunspots and flares that will lead to an increased frequency of similar magnetic disturbances. As evidence GSC issued 19 magnetic "alerts" to power utilities and communications operations this year, compared with 10 in the previous year. Plans for an expanded magnetic forecasting and geomagnetic storm warning system were finalized.

▶ **EIGHT** 1:500 000 radioactivity maps of Nova Scotia were released; these are the first coloured regional radioactivity maps ever published in Canada. A contract project demonstrated that airborne gamma ray surveys can predict areas prone to high radon levels in homes.

▶ **FIVE YEARS** of work using the Algonquin Radio Observatory (Algonquin Park, Ontario) and the Dominion Astrophysical Observatory (Penticton, B.C.) were successful in proving the concept of the Canadian Geophysical Long Baseline Interferometry (CGLBI) system. CGLBI monitors extra-galactic sources (e.g., quasars) to establish a fundamental reference for high precision geodetic and global geodynamics measurements. The system will replace astronomical techniques and will improve earth dynamics measurements (e.g., earth rotation, polar motion) by two orders of magnitude. These are the basis for the terrestrial reference system and are essential for sophisticated navigation requirements and for the maintenance of universal time.

Global Change

Widespread concern about the environment has triggered a major movement in the international scientific community to set up a research program that is both multidisciplinary and global in scope. Called GLOBAL CHANGE, this initiative aims to assess the nature, significance and the extent to which contemporary climate change can be influenced by human activity.

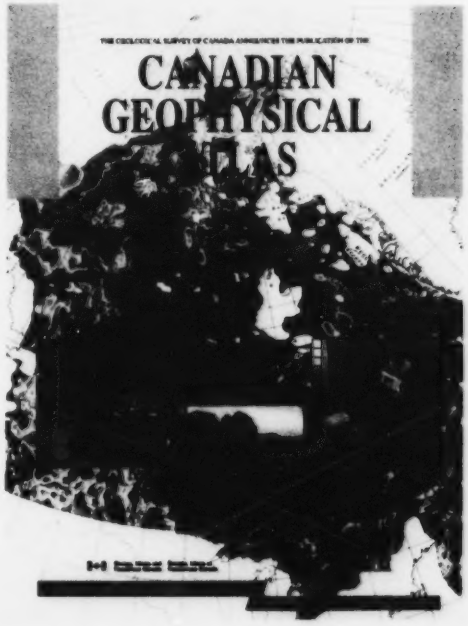
The Royal Society of Canada is coordinating the Canadian response for the international global change program. GSC is participating actively in this program through its geoscientific research which provides fundamental information about, for example, glaciology, fossil biota, contemporary geomorphic processes, ground temperature, soil geochemistry and planetary models in order to understand and reconstruct past environments and rates of climatic and environmental change. Information derived from these studies provides the basis for calibrating predictive models of environmental change.

Ice cores from glaciers in the Canadian Arctic contain an almost 100,000 year record of past climate change. The most recent temperature fluctuations can be determined with annual resolution. Temperatures during the Twentieth Century have been generally higher than at any other time in the last 2,000 years; but still warmer intervals have occurred since the last ice age which ended 10,000 years ago. At least part of the temperature increase since 1850 can be attributed to human activity.

A multi-year regional survey, in cooperation with the Canadian Hydrographic Service and Polar Continental Shelf Project, is completing reconnaisance mapping of the Gulf of Boothia, Northwest Territories. Last year some 692 gravity and bathmetry observations from the sea ice were added to the National Gravity Data Base as a result of this work. Shown here the base camp at Agu Bay, Gulf of Boothia.

► **A JOINT** project involving GSC, Atmospheric Environment Service and McMaster University was started in 1988 to study links between surficial materials, vegetation and climate. The ongoing field studies at Hot Weather Creek, Ellesmere Island will provide an analogy for a possible climate warming in the Arctic due to the enhanced "greenhouse effect".

► **THE FIRST** long-term field program for the absolute gravity meter established three sites around Hudson Bay in Quebec and Manitoba. These will be revisited at intervals to detect the small, continual uplift of this region as a consequence of the removal of its glacial load.



The first five maps of the new Geophysical Atlas of Canada series were published during the year.

Joint government-university-industry studies in the Beaufort Sea's coastal zone continued to produce results of value for the design and regulation of pipelines in the Beaufort-Mackenzie region. The geological, geophysical and in-situ geotechnical techniques used in these studies coupled with laboratory testing of samples, have improved our understanding of the relationships between geology, permafrost, geothermal conditions and geotechnical properties of earth materials. Shown here geotechnical drill rig on shorefast ice of the Beaufort Sea.

Under the federal-provincial Mineral Development Agreements (MDA), GSC continued to manage aeromagnetic survey contracts, totalling over $11 million, that have been tendered out to the Canadian geophysical industry over the past five years. Some 400 aeromagnetic maps were published for various regions across Canada; these support mineral exploration across the country. A complementary program provided maps of surficial geology and stimulated mineral exploration by producing data on the lithology and geochemistry of till, drawing on GSC's strengths in surficial geology and drift prospecting.

MINERALS

▶ **OF PARTICULAR NOTE**, a significant number of mining claims were staked in direct response to MDA publications on the gold content of till in new exploration "plays" and in extensions to existing mining camps in northern Manitoba, northern New Brunswick, and northwestern Ontario. The exploration methods developed and promoted by the Survey have directly contributed to the success of private sector exploration, such as the recent gold discoveries in Newfoundland.

▶ **CANADA'S** recognized leadership in aeromagnetic surveying is largely due to GSC's innovative research and technological development over the past 40 years. In keeping with contracting-out policy, GSC established an industry/government committee to promote future private sector developments in this exciting field. In 1988-89, the Department of Supply and Services, with EMR support of less than 10%, funded almost $2 million in private industry projects. These developments include enhanced sensitivity in survey instrumentation, advanced data acquisition hardware and improved navigation capabilities for aerial surveys.

Geological mapping and geochemical sampling by the GSC supports exploration in the Sulphurets area of British Columbia, an area of high potential for gold-copper porphyry deposits. Shown here Bob Hewton, Vice-President, Sulphurets Gold Corporation, in discussion with GSC staff.

▶ **INVESTIGATIONS** in the Lupin Mine area north of Yellowknife, N.W.T. identified two new volcanic belts in sedimentary sequences that also include gold deposits hosted in iron formation.

▶ **UNDER** the Canada-New Brunswick Mineral Development Agreement, work in Bathurst Camp, N.B. involved careful studies of the volcanic rocks that host the base metal deposits and led to new structural models and a tectonic synthesis that can aid mineral exploration in the area.

▶ **IN NORTHERN MANITOBA**, a study of metamorphosed alteration zones related to massive sulphide deposits in the Flin Flon and Lynn Lake volcanic belts led to recognition of three main alteration types – potassic, aluminous, and ferromagnesian. These rocks can serve as important prospecting guides.

▶ **GSC** participated in the second phase of seismic reflection profiling for the LITHOPROBE southern Cordillera transect. Data were acquired along 950 km of profile to complete lines that extend from east of the Rocky Mountain Trench to the coast. Preliminary sections show results that may have important implications for understanding the nature of earthquakes in this region. A contract for Controlled-Source Audiomagnetotelluric (CSAMT) surveys over the Lemieux Dome in the Gaspésie region of Quebec was awarded to Phoenix Geophysics (Toronto) Ltd. The CSAMT data, in conjunction with gravity data, may require a reinterpretation of accepted theories on metallogenesis of the Dome.

▶ **INVESTIGATION** of the Juan de Fuca Ridge off the West Coast yielded the first detailed maps of the Middle Valley submarine sulphide mounds as well as precisely located cores from the high heat flow area in which they occur. Studies of this underwater phenomenon will aid in the interpretation of analogous ore deposits on land. At Axial Seamount, evidence for fluid phase separation and the fractionation of gold between fluids may explain the occurrence of gold-rich massive sulphide deposits.

Abitibi Region High Resolution Reflection Survey

A pilot seismic reflection survey was conducted in early 1988 in the Abitibi greenstone belt, and a first round of data processing was completed. The results should lead to reassessment of the evolution of the important mineral-bearing Archean greenstone belts. The successful study has triggered a major cooperative effort between a variety of agencies including the Ontario Geological Survey and the Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

Information on the project, presented at various scientific and industry association meetings, has generated considerable interest. As a result industry has given GSC access to exploration cores for studies of seismic properties of rocks in and around major fault zones. These cores will be used in a joint project with industry, Dalhousie University and the GSC during 1989-90. A closer link between newly revealed seismic discontinuities and various surface data is hoped to develop from this undertaking.

▶ **STUDIES** of gold camps in the Canadian Shield and the Cordillera showed that ore distribution can be predicted from district and deposit-scale structural analysis. Furthermore, such analyses suggest that many lode gold deposits were formed during seismic activity in regimes dominated by reverse or transcurrent faults. Research on the metallogeny of gold in ophiolite terrains identified new gold occurrences in the Baie Verte Peninsula, Newfoundland and led directly to significant private sector exploration.

▶ **A FIVE YEAR** study of hydrothermal zoning around Devonian granites in the Gaspé region of Quebec resulted in a ten-fold increase in the target area for potential base metal mineralization.

▶ **CANADA'S** first regional biogeochemical maps were completed over an area of gold exploration in eastern Nova Scotia. The use of helicopters for rapid, cost-effective biogeochemical sampling was successfully developed and tested in British Columbia.

▶ **GSC'S BOREHOLE GEOPHYSICS** expertise continued to be in demand outside its primary field of mineral exploration. New applications included geotechnical problems of coal mining, environmental assessment aspects of

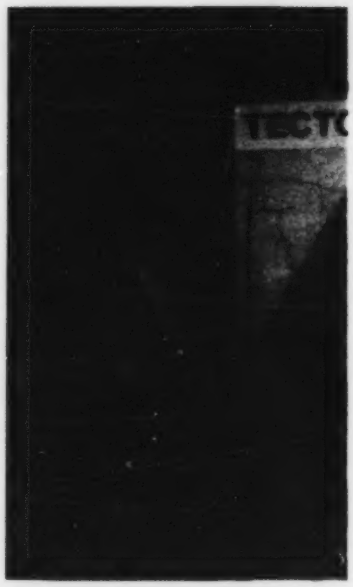
Fredericton's aquifer (the source of its water supply), asbestos ore grade control and heat pump technology.

▶ **IN TECHNOLOGY TRANSFER**, an induced polarization borehole logging system for use in mineral exploration was licensed to a Quebec-based company. Equipment for sampling groundwater was successfully designed, built and tested and is being transferred to a Canadian company for manufacture, sale and service.

Cape Smith Project

Geological mapping of the northeastern part of the Cape Smith Belt in northern Quebec was completed in 1987. Since then fifteen 1:50 000 scale maps have been released as Open Files and submitted for publication as GSC coloured maps; these will be available in the summer of 1989. A major synthesis of the geology is also planned. This work has produced compelling evidence for early Proterozoic (Precambrian) plate tectonics, including the identification of the oldest known ophiolite suite. The maps document a complex geological and deformational history that will provide the mineral industry with a sophisticated guide for exploration efforts.

Bottom of the ocean two thousand million years ago in the Purtuniq ophiolite (Cape Smith Belt, northern Quebec) – note the well developed basalt pillow tubes.



The mineral exploration industry has particularly welcomed the release of the "Terrane Map of the Cordillera" and the "Metamorphic Map of the Cordillera". These maps, at the 1:2 million scale, provide an outstanding synthesis of this tectonically complex region and provide the most detailed terrane analysis of a major orogenic belt ever produced. Shown here the map's author Dr. John Wheeler.

INFORMATION AND COORDINATION

▶ **GSC WON** an important contract, sponsored by the Asian Development Bank, to carry out a feasibility study for a major airborne geophysical survey in Indonesia. There is a good possibility that further opportunities and spin-offs for Canadian industry (e.g. sale of Canadian equipment, development of training programs) will result from this contract. It also continued international assistance by providing technical expertise through CIDA for projects in Thailand, Zimbabwe and Jamaica, and through the United Nations Development Fund to Pakistan.

▶ **DISCUSSIONS** with the provinces and territories on cooperative Geoscience Information Systems (GIS) and national mapping ventures were initiated through the National Geological Surveys Committee. These signal the start of a new era of federal/provincial cooperation in the planning and execution of geoscience projects in Canada.

▶ **CONTINUED** participation in Northern Land Use Planning discussions is ensuring that geoscientific research gets a strong hearing as a number of land use plans are developed.

▶ **PUBLISHING** capabilities were upgraded with new computerized equipment that modernized and streamlined the production process for maps and publications. As a pilot project, the new system was used to produce 15 colour separations for geological maps and almost 500 digitally-generated graphics. The GSC's first digitally-produced coloured map was published.

▶ **THE GSC PRODUCED** 43 publications, 460 maps and 170 Open File reports; responded to close to 9000 information requests from clients; and delivered nearly 16 000 documents to external users. Over 14 000 records were added to the library's three databases (GEOSCAN, GEOCAT and PHOTOLIB) thus increasing the availability and accessibility of geoscience information.

▶ **A MAJOR** publication entitled "Quaternary Geology of Canada and Greenland" neared completion; this will be the first volume of GSC's new "Geology of Canada" series and the definitive work on the Quaternary geology of Canada. It is also a contribution to the Decade of North American Geology (DNAG) series of the Geological Society of America. The publication describes the nature, geological history, resources, and related hazards of Quaternary deposits in Canada.

More than 1800 industry, university and government geoscientists attended GSC's second Forum on Oil and Gas Activities in Canada, held in Calgary in February 1989.

▶ **GSC HOSTED** an international five-day colloquium on "Statistical Applications in the Earth Sciences" in Ottawa which attracted close to 400 participants from ten countries. Main themes were spatial data integration, statistical treatment of geoscience data and quantitative stratigraphy. GSC interests are particularly oriented towards computer-assisted analysis and interpretation of geoscientific data.

▶ **SOME 1600** participants, mainly from industry, attended the sixth annual Cordilleran Geology and Exploration Round-up, held in Vancouver, also in February 1989; the Round-up was a joint venture of the British Columbia and Yukon Chamber of Mines, the British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, the Department of Indian and Northern Affairs and the GSC. Both events generated many fruitful discussions with clients and new contacts.

▶ **A NEW GSC** corporate communications unit was set up. Its mandate is to ensure that Canadians are kept informed of the results and implications of the Survey's research program and that the visibility and profile of the organization is improved and maintained.

▶ **THE SURVEY** administers the Research Agreements Program on behalf of the Department. This program provides funds to scientists and researchers at Canadian universities and institutes for work in support of departmental priorities. In 1988-89 $1.4 million was awarded to 178 projects at 42 research centres across Canada.

REQUIRED READING *GSC's 1988-89 Best Sellers*

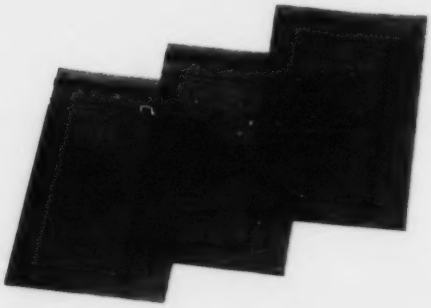
For further information about ordering these publications contact:

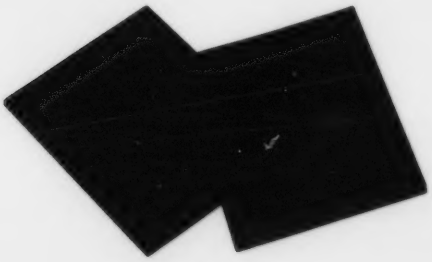
Publications Office
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4342

Current Research: An 8-volume, 1600 page compendium of the latest results from GSC's research program.

Canadian Geophysical Atlas: A folio of maps displaying information from national databases of the GSC's geophysical mapping programs. Five 1:100 000 000 maps show various aspects of the aeromagnetic, gravity and geomagnetic fields and the seismicity of Canada. Additional maps are planned.

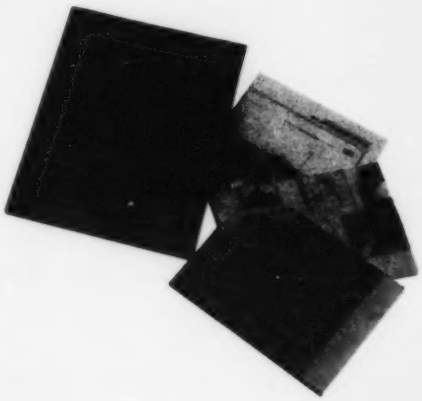
Radiogenic Age and Isotopic Studies: A brand-new annual "collection" presenting data from GSC's geochronology group. Age data support of geological mapping programs can be of immediate economic significance, for example, by delineating the eastern margin of the gold-bearing Slave Province.





Conventional Oil Resources of Western Canada (Light and Medium): Oil from the Western Canada Sedimentary Basin is the mainstay of our oil supply, but conventional reserves are being depleted. The "Blue Book" estimates the amount of undiscovered oil in the Basin, and the economic conditions under which it may be developed.

Cameron River and Beaulieu River, Volcanic Belts of the Archean Yellowknife Supergroup, District of Mackenzie, Northwest Territories: The report documents the stratigraphy, structure and vulcanology in the "greenstone belt" that borders the Yellowknife supracrustal basin. Archean greenstone belts host gold deposits, and the Yellowknife area has been a major gold producer. The report's two coloured 1:50 000 scale maps were released early in response to strong exploration interest.



Contributions to Canadian Paleontology: Annual publication of this report has been resumed after nearly a decade. The detailed information given is necessary for the accurate dating and correlation of strata within Canada's sedimentary basins, thereby contributing to the assessment of the economic potential of these regions.

Mapping the Landscape: In this report, the Canadian Geoscience Council looks at the needs of various users for Quaternary and engineering geological data produced by the Survey.

International Workshop on Magnetic Observatory Instruments: These proceedings outline the results of the "first-ever" international workshop on magnetic observatory instrumentation. It created a proper environment for testing the performance and specifications of new and currently available magnetometers and recording systems suitable for use in magnetic observatories.

Logistics for the Ice Island Research Station continued to present new challenges: Hercules aircraft belonging to the Department of National Defence were used for low altitude parachute drops of heavy equipment onto the Ice Island; PCSP later successfully flooded a 45 by 1500-metre-long airstrip on the Ice Island.

POLAR CONTINENTAL SHELF PROJECT

The Polar Continental Shelf Project (PCSP) runs a sophisticated logistics network which safely and efficiently supports more than 1000 research scientists in the Canadian Arctic each year. It works closely with other sections of Energy, Mines and Resources and cooperates with other government agencies and university groups in providing expertise, accommodation, communications, transportion and specialized field equipment in support of Arctic research. Another important function of PCSP is to keep the scientific community and Arctic residents informed of research projects that are underway.

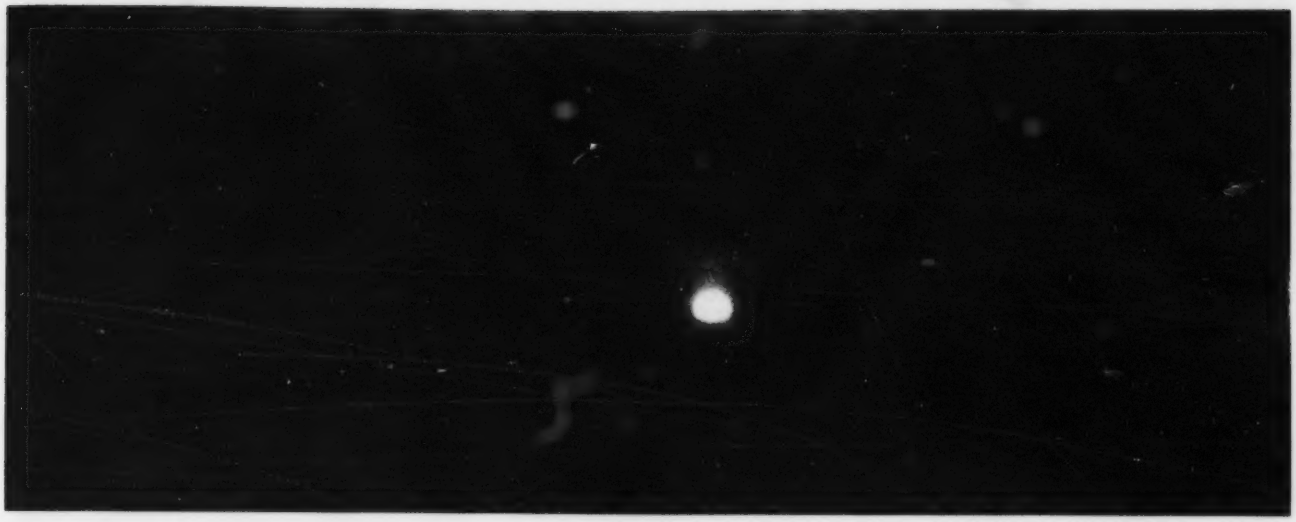
PCSP's headquarters is in Ottawa, but the hub of its operations is its base stations at Tuktoyaktuk and Resolute in the Northwest Territories. It also maintains a permanent research station on an "Ice Island" in the Arctic Ocean.

HIGHLIGHTS FOR 1988-89:

▶ **RECOGNIZING** the strategic importance and economic potential of the Arctic, the federal government announced in April 1988 that PCSP's funding would be increased by a total of $4.5 million over the next two years and by $1.2 million each year after.

▶ **PCSP PROVIDED** logistics support to 214 field parties from more than 40 different agencies during the 1988 field season which ran from early March to mid-September. This included more than 100 researchers who worked at the Ice Island Research Station and carried out navigation, physical oceanography, chemical oceanography, seismic reflection, submarine geology, heat flow measurement, and geochemical-microbiological studies.

▶ **THE RESEARCH** projects supported by PCSP each field season range from archaeology to zoology. Some examples from 1988: the Geological Survey of Canada continued to study paleoclimates in the High Arctic in support of Global Change efforts; the Canadian Wildlife Service assessed effects of offshore drilling on polar bears in the eastern Beaufort; and the Arctic Institute of North America continued its study of the Thule culture.



▶ **PCSP OFFICIALS** travelled to many Arctic communities to inform local residents about research projects to be carried out in their "backyard". Included were Resolute, Tuktoyaktuk, Pond Inlet, Mould Bay, Eureka, Alert, Sachs Harbour, Cambridge Bay and Holman Island; former Energy, Mines and Resources Minister Marcel Masse participated in the latter three visits during his tour of the Western Arctic.

▶ **STUDIES** of the 45-million-year-old "fossil forest" on Axel Heiberg Island continued during the summer of 1988. A film about research conducted at the site, entitled "Search for a Tropical Forest", was completed and subsequently premiered by the CBC. The film, a co-production of the Royal Canadian Geographic Society and EMR, received logistics support from PCSP.

▶ **MEDIA INTEREST** about the Arctic remained high in 1988. PCSP supported a number of media groups covering scientific activities in the Arctic, including Canadian Geographic, the Globe and Mail, L'Actualité, the CBC, the New York Times and the Chicago Tribune.

Construction of new accommodation and storage facilities at the Resolute base camp was completed. At Tuktoyaktuk, upgrading of the base camp facilities continued. Shown here, aerial view of Resolute.

Arctic Awareness Program

Through this new program, announced in September 1988, PCSP has opened its unique logistics support network to Canadian artists and writers wishing to work in remote regions of the Arctic. The program extends to the arts community the same access to the Arctic that PCSP has provided to the scientific community for over thirty years. Applications are reviewed by a special committee including representatives of the Canada Council. The first participants under the program will travel to the Arctic in the 1989 field season.

ORGANIZATION CHART

Geological Survey of Canada Sector Assistant Deputy Minister

Chief Scientist Programs, Planning and Services Branch

Polar Continental Shelf Project

Financial Services

Personnel Services

Geoscience Information Division

Program Coordination and Planning Division

Administrative Services Division

Special Projects

Sedimentary and Marine Geoscience Branch

Continental Geoscience and Mineral Resources Branch

Geophysics and Terrain Sciences Branch

Institute of Sedimentary and Petroleum Geology

Lithosphere and Canadian Shield Division

Geophysics Division

Atlantic Geoscience Centre

Mineral Resources Division

Terrain Sciences Division

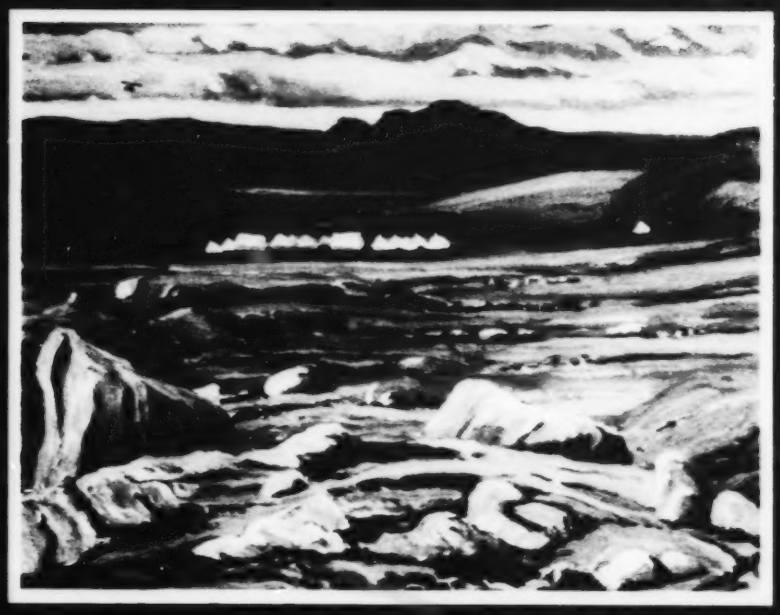
Quebec Geoscience Centre

Cordilleran and Pacific Geoscience Division

SECTOR FINANCIAL STATEMENT
GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
1988-89 Expenditures (in thousands of dollars)

	TOTAL	PERSONNEL	OPERATING	CAPITAL	GRANTS AND CONTRIBUTIONS	PERSON-YEARS
Sedimentary and Marine Geoscience						
Cordilleran and Pacific Geoscience	8,642	3,900	3,935	807	—	77
Sedimentary and Petroleum Geology	14,387	7,466	6,341	580	—	158
Atlantic Geoscience Centre	13,495	5,845	6,609	1,041	—	118
	36,524	**17,211**	**16,885**	**2,428**	**—**	**353**
Continental Geoscience and Mineral Resources						
Mineral Resources	14,368	8,205	5,262	901	—	167
Lithosphere and Canadian Shield	9,602	5,150	3,844	608	—	93
Quebec Geoscience Centre	173	70	97	6	—	1
	24,143	**13,425**	**9,203**	**1,515**	**—**	**261**
Geophysics and Terrain Sciences						
Geophysics	13,191	5,875	5,458	1,858	—	119
Terrain Sciences	8,447	4,476	3,623	348	—	81
	21,638	**10,351**	**9,081**	**2,206**	**—**	**200**
Programs, Planning and Services						
Geoscience Information	6,163	3,750	2,012	401	—	104
Planning, Common Services and Special Projects	3,434	1,826	1,455	153	—	49
	9,597	**5,576**	**3,467**	**554**	**—**	**153**
Polar Continental Shelf Project						
	12,234	**948**	**5,369**	**5,917**	**—**	**22**
Program Management and Support (Sector Headquarters)						
	6,916	**915**	**396**	**80**	**5,525**	**15**
Total-Sector	**111,052**	**48,426**	**44,401**	**12,700**	**5,525**	**1,004**

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA



1988-1989

Canada

L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES

NOTRE FORCE CRÉATRICE

COUVERTURE

***À LA MÉMOIRE DE:** En raison du décès de Maurice Hall Haycock survenu le 23 décembre 1988, les collectivités géoscientifique et artistique du Canada ont perdu un membre des plus éminents et aimés.*

Né en 1900 à Wolfville, en Nouvelle-Écosse, M. Haycock a été un pionnier de la géologie dans l'est de l'Arctique durant les années 20. Au cours de sa longue carrière qui a été en bonne partie associée au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, M. Haycock a parcouru au-delà de 300 000 mille dans l'Arctique canadien et réalisé environ 1000 peintures de paysages canadiens.

On aperçoit, sur la couverture, "Operation Coppermine, 1959"

Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
Numéro de catalogue M2-4/1-1989
ISBN 0-662-57170-3

TABLE DES MATIÈRES

Message du sous-ministre adjoint, Commission géologique du Canada 2

Introduction 4

Organisation 5

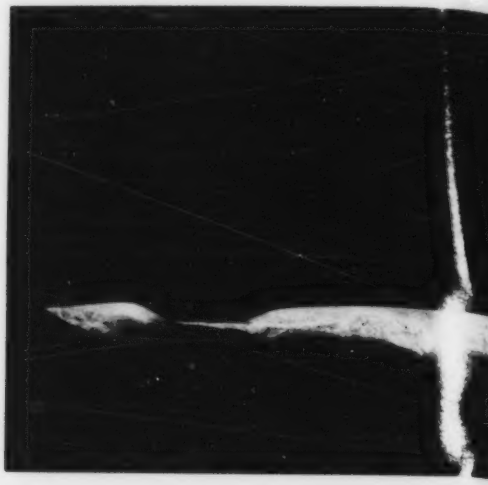
Faits saillants des programmes 9

- *Énergie* 9
- *Environnement* 15
- *Ressources minérales* 20
- *Information* 24

Étude du plateau continental polaire 28

Organigramme 31

État financier du Secteur 32



MESSAGE DU SOUS-MINISTRE ADJOINT

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

La dernière année s'est déroulée sous le signe de la réévaluation et du changement à la Commission géologique du Canada. La réorganisation qui a conféré à la Commission le statut de Secteur distinct au sein du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources en avril 1987 a eu des conséquences et des effets d'une grande portée, de même que l'effort concerté de tout le gouvernement pour rationaliser les coûts tout en continuant d'offrir au public un service de grande qualité.

En réponse à cette situation, la direction de la Commission a consacré de grands efforts et beaucoup d'attention dans la dernière année à tirer de budgets réduits davantage de services et de réalisations scientifiques. Il a fallu établir de nouvelles chaînes de responsabilité et ajuster soigneusement les actuels systèmes de gestion. Qui plus est, et de manière très positive, ces changements ont suscité une évaluation profonde du rôle et des responsabilités de la Commission, dans un contexte d'évolution rapide des priorités du gouvernement comme de l'industrie, et de préoccupation grandissante de la société pour l'environnement.

On a donc établi quels sont les secteurs de recherche prioritaires qu'il convient de souligner pour accroître non seulement l'importance de la Commission en tant qu'organisme scientifique fédéral au service de la nation, mais aussi la souplesse et la promptitude avec lesquelles elle pourra faire face à de nouveaux défis et à la demande croissante pour ses services. Trois orientations prioritaires de recherche sont :

- établir un programme de cartographie national, visant à répondre au besoin de plus en plus grand de l'industrie en cartes géoscientifiques à jour,
- axer le développement technologique sur l'exploration des minéraux, en particulier dans le domaine des métaux communs, et
- mettre encore plus l'accent sur les projets entrepris dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, riche en hydrocarbures.

Ces secteurs de recherche sont étroitement liés aux besoins spécifiques exprimés par les industries canadiennes, tant l'industrie minière que celle du pétrole et du gaz. Ils ont donc des répercussions directes sur la prospérité économique du Canada. Par exemple, le Canada est le premier exportateur mondial de minéraux, et cette activité génère un cinquième des recettes annuelles d'exportation tout en fournissant de l'emploi à plus de 150 000 Canadiens. Dans le domaine de l'industrie pétrolière et gazière, les chiffres sont tout aussi remarquables.

Dans les prochaines années, la Commission accordera aussi plus d'attention à la recherche à orientation environnementale, en particulier les études liées à un des plus ambitieux projets scientifiques internationaux jamais entre-

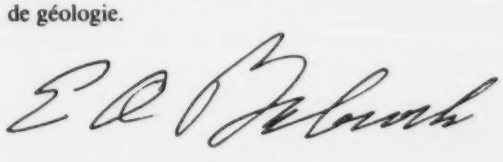
Île Devon (T.N.-O.)
(Photo T. Frisch)

pris, le Changement à l'échelle du globe. En vertu de son très vaste mandat, le programme sur le Changement à l'échelle du globe est destiné à recueillir et synthétiser les informations récentes provenant de diverses disciplines de façon à évaluer la portée des changements d'ordre anthropique qu'elles entraînent à l'échelle de la planète et d'y apporter des solutions rationnelles. C'est un domaine où la Commission peut apporter une contribution importante, car les problèmes d'ordre environnemental ont généralement une composante géologique. Qui plus est, la géologie est la seule source d'informations sur les conditions climatiques et environnementales antérieures de la Terre. Une comparaison avec les changements environnementaux antérieurs permet de mesurer le niveau actuel, et futur, du changement à l'échelle du globe.

Le programme sur le Changement à l'échelle du globe ne constituera pas le seul secteur de recherche en géologie environnementale. Dans le cadre d'un programme poussé de géochimie environnementale, on s'intéressera à certains éléments toxiques particuliers, comme les métaux lourds, à la manière dont ils sont transportés, par exemple dans les eaux souterraines, à leurs effets sur la masse continentale et à la façon dont ils entraînent d'autres changements géochimiques. On se penchera aussi sur les liens qui existent entre les problèmes de santé et des anomalies géochimiques comme le radon. D'égale importance sera le programme de géologie marine environnementale qui servira à mieux prédire l'évolution des côtes canadiennes sous diverses combinaisons de facteurs naturels comme les changements de niveau de la mer, les tempêtes et autres phénomènes violents, la glace et les caractéristiques propres à l'apport sédimentaire.

À la base même de ces diverses études environnementales se trouve la collaboration avec d'autres organismes, tant à l'échelle nationale qu'internationale, dans la quête de solutions à des problèmes environnementaux de nature aussi bien globale que multidisciplinaire. Là encore, la Commission pourra mettre à profit ses grandes compétences et faire preuve de leadership. La Commission est fière de ses résultats au niveau de la promotion de la recherche en tant qu'initiative multidisciplinaire et collaborative et jouit d'une solide réputation dans la communauté scientifique internationale.

Dans tous ces domaines de recherche prioritaires, il est essentiel de disposer de connaissances et de compétences à la fine pointe du progrès. Par ses efforts d'équipe conjugués à une planification stratégique et un rassemblement soigneux de ses ressources, la Commission poursuit sa vocation de centre d'excellence en matière de géologie.



Elkanah A. (Ken) Babcock

INTRODUCTION

Fondée en 1842, la Commission géologique du Canada (CGC) maintient sa tradition d'excellence en mettant à la disposition des Canadiens un vaste inventaire de connaissances, de techniques et de compétences ayant trait à la géologie de la masse continentale et des régions situées au large des côtes du Canada, aux ressources minérales et énergétiques du pays et aux facteurs naturels qui influent sur l'utilisation des terres et des fonds marins.

Dans la dernière année, la direction de la CGC a réévalué le rôle et les responsabilités du Secteur. On a donc établi des plans visant à pousser ou réorienter les programmes clés; parmi ceux-ci :

- un programme national de cartographie coordonnant les multiples facettes de la géologie dans une stratégie à long terme;
- un programme poussé de géologie environnementale se concentrant sur les problèmes nationaux et globaux;
- un programme poussé sur les risques de tremblements de terre visant à renforcer la capacité nationale de surveillance et à améliorer l'évaluation des risques sur la côte Ouest;
- l'importance plus grande accordée aux projets portant sur le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, auquel s'intéresse beaucoup l'industrie de l'énergie;
- le développement accru de la science et de la technologie de l'exploration, à titre de soutien à l'industrie minérale, en particulier dans le domaine des métaux communs;
- un programme visant à encourager le transfert de technologie, les entreprises conjointes et l'aide aux sociétés canadiennes de portée internationale;
- un service de communications propre à la Commission.

L'étude des ressources canadiennes en hydrocarbures représentes un aspect important du travail de la Commission. Le bassin Bowser, que l'on aperçoit ici, est le plus grand bassin sédimentaire distinct de la Colombie-Britannique. La Commission en a fait la découverte en 1956.

ORGANISATION

DIRECTION DE LA GÉOLOGIE SÉDIMENTAIRE ET MARINE

Cette Direction fournit des évaluations et des renseignements géoscientifiques sur les régions sédimentaires de grande importance économique (y compris les grandes plaines, la Cordillère, les Appalaches, les régions situées au large des côtes est et ouest et la majeure partie de l'Arctique). Cette vaste zone englobe toutes les réserves de pétrole, de gaz naturel et de charbon du Canada, ainsi que certains minéraux importants, notamment le plomb, la potasse, l'uranium et le zinc.

Depuis que des chercheurs de la Commission ont découvert des indices de risque de "mégaséisme" dans le sud de la Colombie-Britannique et dans l'île de Vancouver, les responsabilités de la Direction en matière d'analyse de risque sismique sur la côte ouest ont augmenté considérablement. Les recherches en mer qu'effectue la Direction à partir des côtes est et ouest et dans l'Arctique produisent des données permettant d'établir une solide base d'information géoscientifique sur les océans.

La Direction comprend trois divisions : le Centre géoscientifique de l'Atlantique (Dartmouth, Nouvelle-Écosse), la Division géoscientifique de la Cordillère et du Pacifique (Vancouver et Sidney, Colombie-Britannique) et l'Institut de géologie sédimentaire et pétrolière (Calgary, Alberta).

Glace de sol massive à découvert dans le coeur d'un pingo, près de Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest.

DIRECTION DE LA GÉOPHYSIQUE ET DE LA SCIENCE DES TERRAINS

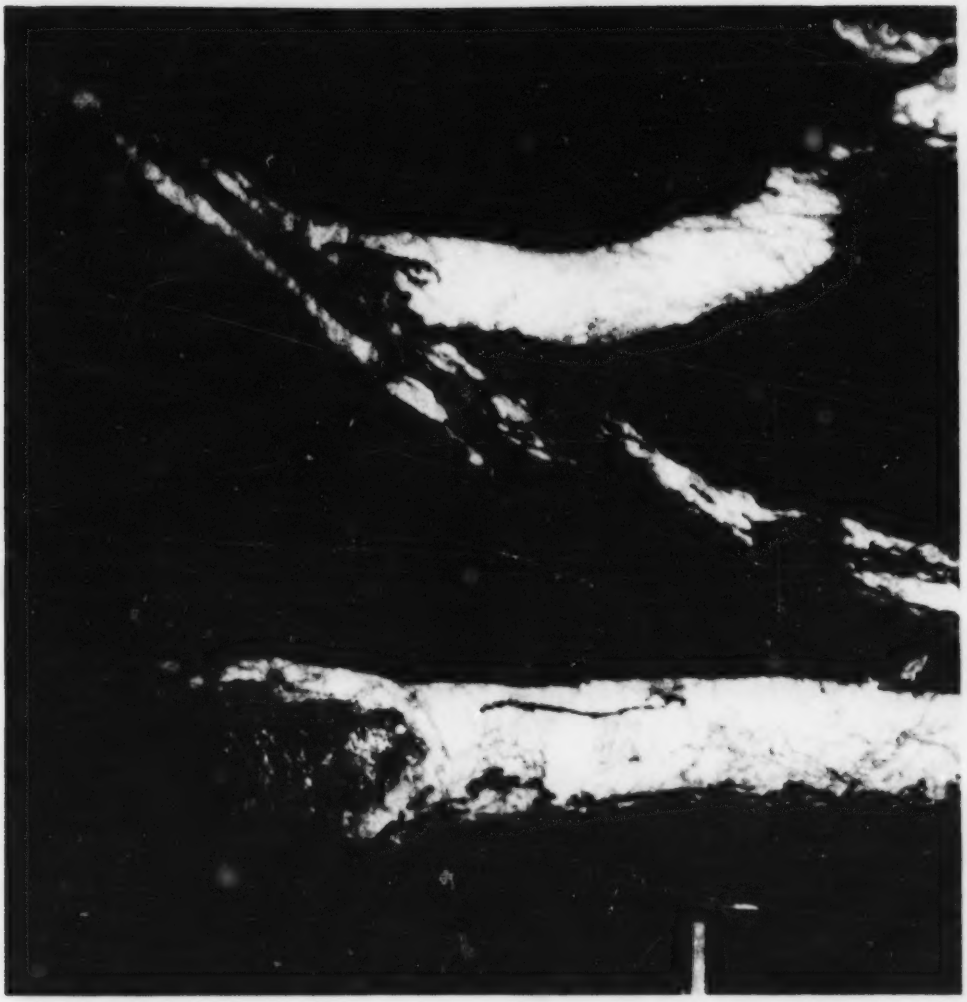
Cette Direction est responsable des programmes scientifiques d'envergure nationale qui fournissent des renseignements sur les processus géophysiques et géologiques contemporains présentant des risques potentiels (p. ex. séismes, glissements de terrains) ou imposant des contraintes à la mise en valeur économique (p. ex. glace dans le sol, pergélisol). La Direction est également chargée de recueillir des données permettant de définir les caractéristiques de la géophysique et de la géologie du Quaternaire de la masse continentale du Canada.

Les compétences techniques et scientifiques des membres du personnel de cette Direction et les résultats des travaux servent à toute une gamme de clients provenant des milieux gouvernemental, universitaire et industriel, qui s'occupent de sécurité publique, d'environnement et d'exploration minérale. Par exemple, la recherche sur les risques sismiques sert à élaborer le Code national du bâtiment; de même, les études sur le pergélisol ont des applications directes pour la planification de l'utilisation des terres dans le Nord.

L'administration et les installations de recherche des deux divisions de la Direction, la Division de la science des terrains et la Division de la géophysique, sont situés à Ottawa; les centres d'observation reliés aux réseaux sismologique, géomagnétique et géodynamique nationaux sont situés un peu partout au pays.

DIRECTION DE LA GÉOLOGIE DU CONTINENT ET DES RESSOURCES MINÉRALES

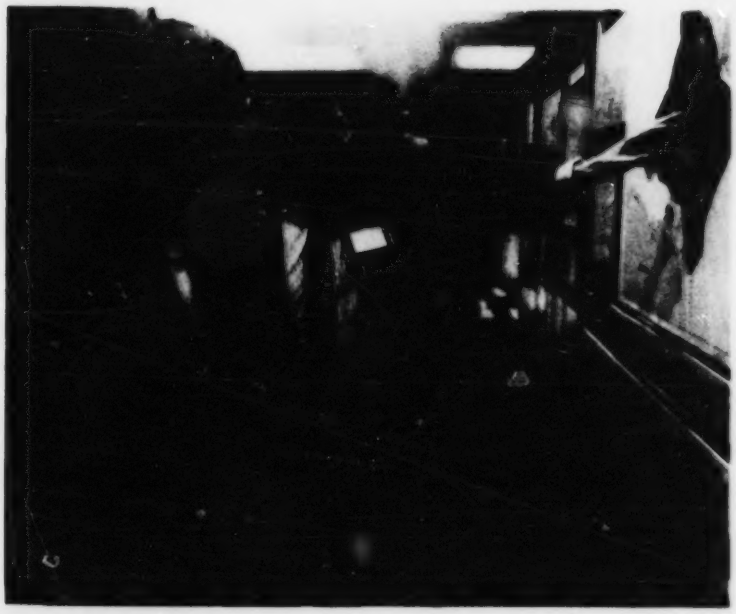
Cette Direction utilise des techniques modernes pour réaliser la cartographie, la synthèse et l'interprétation détaillées de la géologie des régions des Appalaches et du Bouclier canadien, riches en minéraux. L'une des priorités actuelles vise à appliquer et évaluer une théorie de la tectonique de plaques qui permettrait de mieux comprendre l'origine et l'évolution de la croûte continentale du Canada.



L'étude de la structure des veines aurifères dans les différentes régions du Canada représente un important objectif de recherche de la Commission.

La Direction fournit des renseignements complets sur la nature et la répartition des ressources minérales du Canada, met au point des concepts et des techniques visant à faciliter, pour l'industrie canadienne, la recherche de nouvelles ressources et offre une base scientifique à la gestion des ressources et à la planification de l'utilisation des terres. De plus, elle réalise systématiquement des levés géochimiques et radiométriques aéroportés de la masse continentale du Canada, fournit des données sur la composition des matériaux géologiques et élabore les normes pertinentes.

La Direction a deux divisions situées à Ottawa, la Division de la lithosphère et du Bouclier canadien et la Division des ressources minérales. Le 1er octobre 1988, une troisième division, le Centre géoscientifique du Québec, à Sainte-Foy au Québec, a été créé en collaboration avec l'Institut national de la recherche scientifique - géoressources. Fondé en partie pour assurer la présence de la Commission géologique dans tout le pays, le nouveau centre a pour mandat de poursuivre des programmes, essentiellement dans l'est du Canada, dans les domaines de la géologie régionale, de la métallogénie et des études du Quaternaire. Au cours des six premiers mois de son existence, 13 employés, sur les 25 prévus, ont été embauchés. Sept projets scientifiques débuteront à l'été 1989.



Au cours de la "journée d'accueil" annuelle organisée sous le thème de l'environnement et de la sécurité publique, dans le cadre de Forum 1989, la Commission a accueilli 700 participants. La présentation de 80 panneaux d'exposition a donné lieu à un échange utile d'information et d'idées entre les participants.

BUREAU DU SCIENTIFIQUE PRINCIPAL ET DIRECTION DES PROGRAMMES, DE LA PLANIFICATION ET DES SERVICES

Un point fondamental du mandat de la Commission est de fournir à tous les Canadiens qui le demandent les résultats de ses divers programmes de recherche. Regroupés, le Bureau du scientifique principal et la Direction des programmes, de la planification et des services gèrent tout un processus de publication maison qui va de la révision et de la traduction aux travaux cartographiques, en passant par la diffusion et la vente. La Direction coordonne également les communications avec les entreprises et les besoins en commercialisation de la Commission. Elle s'occupe de la bibliothèque géoscientifique nationale, la plus importante collection de documents sur les sciences de la Terre au Canada.

La Direction est responsable de la qualité et de l'intégrité de tout le programme scientifique de la CGC, des systèmes d'information et de gestion qui servent à les planifier et les évaluer, des services administratifs communs et des politiques et procédures de gestion. La Direction assure également la coordination générale de toute une gamme de programmes spéciaux, notamment des programmes spéciaux d'envergure nationale auxquels participent plusieurs directions de la CGC, la participation de la CGC à des initiatives de recherche à l'extérieur en collaboration avec plusieurs organismes (p. ex. les éléments géoscientifiques à caractère fédéral des Ententes d'exploitation minérale avec les provinces et les territoires), divers programmes fédéraux, dont le programme de planification de l'utilisation des terres du Nord, toutes les activités de la CGC subventionnées dans le cadre du programme de recherche énergétique, le transfert des technologies et toutes les activités internationales.

FAITS SAILLANTS DES PROGRAMMES

Les programmes de recherche de la Commission sont diversifiés et leurs applications ont des répercussions importantes au niveau de tous les Canadiens.

Les données géoscientifiques recueillies et analysées par la Commission ont été, et continueront d'être, une composante essentielle du succès des secteurs clés de l'économie canadienne comme les industries de l'énergie et des minéraux. L'évaluation des risques naturels, comme les séismes et les glissements de terrains, permet de fournir les renseignements nécessaires à l'établissement de codes de construction adéquats et à assurer une utilisation rationnelle des terres et l'aménagement judicieux d'installations importantes comme les usines nucléaires et les barrages hydroélectriques. De même, l'étude de phénomènes naturels comme le pergélisol permet de sauvegarder les milieux naturels, peu importe la nature des travaux de mise en valeur prévus.

Ce ne sont là que quelques exemples des travaux de la Commission, qui ont en commun l'importance du rôle de la Commission dans le maintien et l'amélioration du niveaux de vie élevé que connaissent les Canadiens.

Voici une liste des faits saillants des programmes de recherche de la Commission pour l'année 1988-1989.

ÉNERGIE

▶ **À L'AUTOMNE** de 1988, le Canada, qui participe au Programme de sondage des fonds marins (PSFM) depuis 1985, a signé un protocole d'entente avec l'Australie en vue de partager les activités selon un rapport de deux pour un (Canada/Australie). Au cours de l'année, les chercheurs de la CGC ont participé à deux croisières dans l'océan Indien; les résultats obtenus ont des applications directes à la recherche en cours portant sur les bassins sédimentaires de la côte Est et sur la création et la naissance de la mer du Labrador et de l'océan Atlantique. Le Canada a soumis trois demandes de forage dans le Pacifique nord-est pour 1991-1992.

▶ **PRODUIT** clé du programme géoscientifique des régions pionnières, "l'Atlas du bassin de la mer du Labrador" est presque achevé; premier d'une série d'atlas portant sur les bassins océanographiques, il résume quatre années d'études réalisées par l'industrie et le gouvernement. La série décrit et explique la formation de la marge continentale et des bassins sédimentaires connexes dans l'est du Canada en fonction de leur structure géologique, du faciès sédimentaire, de l'histoire du développement du bassin et de la production, de la maturation et de la préservation des hydrocarbures. On prévoit produire les atlas pour la plate-forme néo-écossaise et les Grands Bancs en 1990.

Programme géoscientifique des régions pionnières

Le Programme géoscientifique des régions pionnières, mis sur pied en 1984, vise à accroître le niveau de connaissances de l'origine et de l'évolution des bassins sédimentaires des régions pionnières du Canada (l'Arctique et les zones extracôtières) et à établir une banque de données géoscientifiques qui permettra d'évaluer les ressources possibles de ces régions.

Le renouvellement de ce programme en septembre 1988 est un des faits marquants de cette année pour la CGC. Comme ce programme joue un rôle important dans le développement des ressources énergétiques canadiennes, le Cabinet souhaite que la Commission le poursuive de façon permanente.

Le levé sismique de l'île de la Reine-Charlotte a été l'une des réalisations les plus importantes du programme cette année. Les données sismiques recueillies sur plus de 1000 km dans les couches profondes de la croûte terrestre ont permis une nouvelle interprétation de l'évolution géologique du bassin de la Reine-Charlotte et une évaluation plus précise de la présence de ressources possibles au large des côtes.

La série des atlas des bassins est l'un des projets les plus importants entrepris dans le cadre du Programme géoscientifique des régions pionnières. Ces atlas visent à fournir une description et une interprétation géologique des marges continentales et des bassins sédimentaires connexes sur le plan de la structure géologique, du faciès sédimentaire, de l'évolution de ces bassins et de la production, maturation et conservation de leurs hydrocarbures. Le premier atlas publié dans cette série, "l'Atlas du bassin de la mer du Labrador", contient environ 80 cartes. Les prochains atlas de la Série des atlas des bassins de la côte Est porteront sur les bassins des Grands Bancs, de la plate-forme néo-écossaise, de la baie d'Hudson et du golfe du Saint-Laurent.

Le Forum sur le pétrole et le gaz organisé par le CGC a offert une excellente occasion de lancer le nouvel Atlas du bassin de la mer du Labrador. Il s'agit du premier d'une série d'atlas qu'on a l'intention de produire en vue de présenter les résultats du Programme géoscientifique des régions pionnières.

UN IMPORTANT rapport de la CGC "Ressources en pétrole conventionnel de l'Ouest canadien (léger et moyen)" a été publié en avril 1988. D'après le magazine *Oilweek*, il s'agit-là d'un document que le secteur de l'industrie du pétrole du Canada doit absolument connaître; plus de 1400 exemplaires ont été vendus. Un autre rapport important "Ressources canadiennes en charbon" est à la veille d'être publié. Le monde de l'investissement et celui du charbon se sont déjà montrés très intéressés à ce document qui devrait faire autorité sur les ressources en charbon en ce qui a trait à l'exploration, au potentiel de mise en valeur et à la qualité de l'environnement.

UN RAPPORT portant sur les ressources pétrolières dans le delta du MacKenzie et la mer de Beaufort a été publié à l'automne 1988; il fait partie du "Basin Atlas of the MacKenzie-Beaufort Sea" dont la publication est prévue pour 1991. Le rapport a déjà servi de référence dans des questions de politique en matière de développement des ressources pétrolières et du prolongement possible du pipeline et dans des questions touchant l'accord du Nord.

LES ACTIVITÉS sismologiques sur la côte Est ont comporté l'achèvement d'une ligne de sismique réflexion effectuée en profondeur en travers de la plate-forme et la marge néo-écossaises dans le cadre d'une étude suivie de la croûte profonde de la région située au large des côtes. Une autre étude importante de sismique réfraction a été achevée dans le golfe du Saint-

(Suite à la page 15)

"Ressources en pétrole conventionnel de l'Ouest canadien" a été l'un des rapports de la Commission qui a suscité le plus d'intérêt en 1988.

Quelques exemples de collaboration réussie en matière de développement technologique

▶ **La CGC a mis au point, en collaboration avec l'Université de Toronto, une méthode novatrice de mesures de la conductivité électrique des fonds marins utilisant des ondes électromagnétiques transitoires. Cette méthode permet, entre autres, de déterminer l'épaisseur des gisements minéraux hydrothermiques au large des côtes et de localiser les couches de pergélisol ou d'hydrates de gaz.**

▶ **Des logiciels créés par la CGC permettant de produire des modèles géologiques de haute qualité et d'évaluer les ressources en charbon de façon très précise sont parmi les meilleurs au monde. La CGC a fourni des modèles qui se sont avérés utiles pour diverses sociétés d'exploitation de charbon.**

▶ **Depuis 1982, la CGC a entretenu une collaboration étroite avec l'Université du Rhode Island et la société Sandia Laboratories d'Albuquerque, au Nouveau-Mexique, afin de mettre au point une installation originale de carottage en mer profonde permettant aux scientifiques de recueillir des carottes intactes dans les fonds marins (on pourrait obtenir des carottes intactes jusqu'à une profondeur de 50 m). La CGC l'a récemment acquise et le bateau de recherche canadien**

Grâce à l'automatisation de ses magnétomètres à précession, la CGC a pu augmenter la productivité de ses laboratoires d'étude paléomagnétique. La société Robotics Systems International de Sidney, en Colombie-Britannique, s'occupe aujourd'hui de la mise en marché à l'échelle mondiale de ce nouvel appareil.

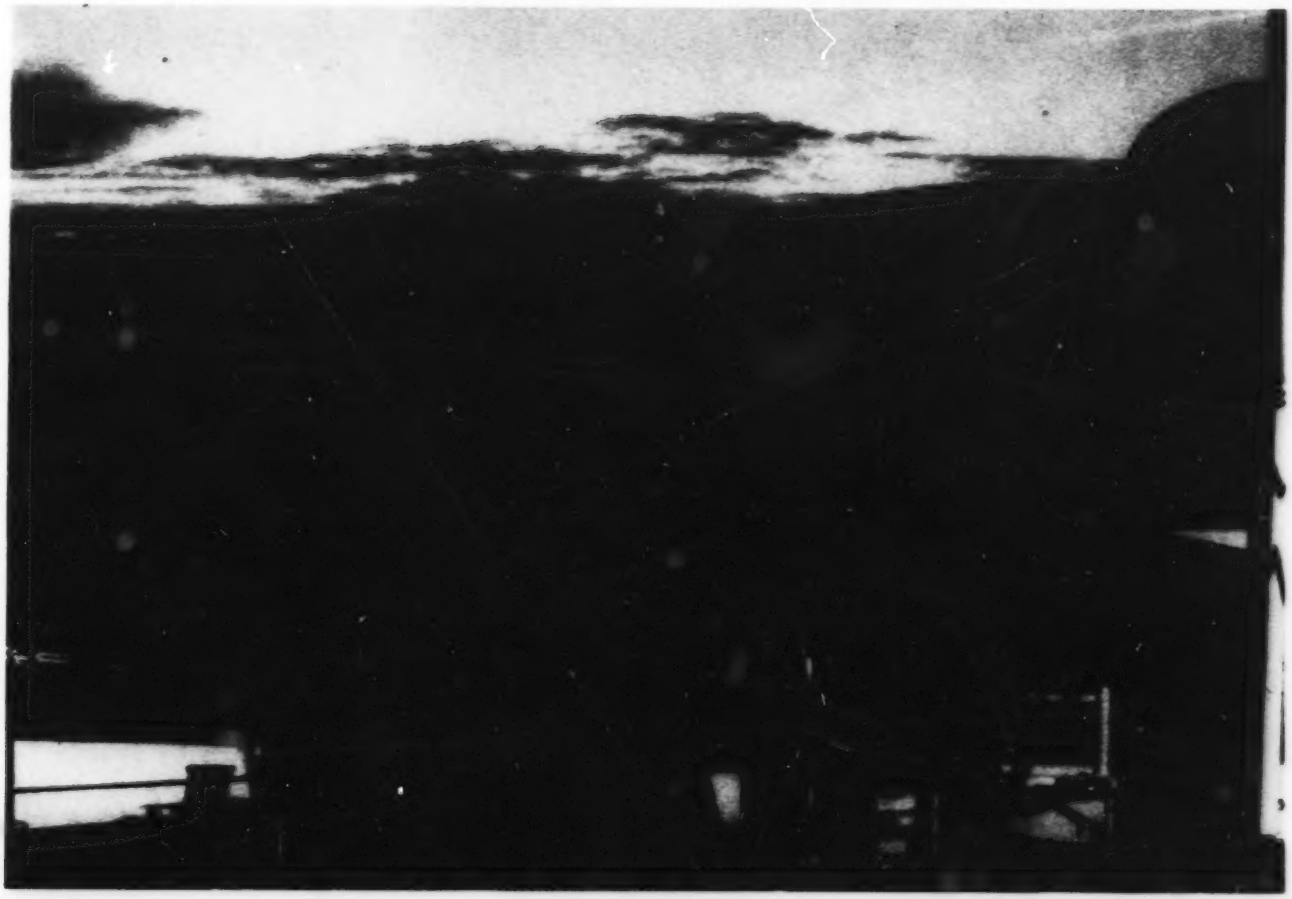
CSS HUDSON a été spécialement aménagé pour en recevoir l'équipement.

▶ En collaboration avec la société International Submarine Engineering de Port Moody, en Colombie-Britannique, la CGC, et d'autres organismes gouvernementaux, travaillent actuellement à mettre au point un engin télécommandé permettant d'effectuer des recherches sous-marines à des profondeurs pouvant atteindre 5000 m. Les problèmes rencontrés au cours des premiers essais ont été surmontés et on prévoit effectuer de nouveaux essais au cours de l'été 1989.

▶ Afin de mieux connaître la stabilité des sédiments des fonds marins en vue d'applications techniques, il faut pouvoir mesurer sur place les contraintes latérales et la pression de l'eau interstitielle. C'est pourquoi la CGC a demandé aux sociétés In-Situ Research Ltd. de Vancouver et Adara Systems Ltd. de Burnaby, en Colombie-Britannique, de mettre au point aux termes d'un contrat, une sonde fond-de-trou (dite "Lateral Stress Tool" ou LAST) permettant d'effectuer ces mesures.

L'engin télécommandé (ET) permettra d'effectuer des recherches sous-marines à des profondeurs supérieures à 5000 m.

Un important levé sismique a été achevé près des îles de la Reine-Charlotte, C.-B., à l'été de 1988. Les données amassées ont servi à produire les premiers résultats de réflexion multicanales pour la marge de l'Ouest du Canada, entre l'île de Vancouver et l'entrée Dixon. Cette première étape devrait permettre d'avoir pour cette région la même couverture sismique que pour les autres régions de plate-formes continentales entourant le Canada. Vu l'inquiétude manifestée par le public au sujet des îles de la Reine-Charlotte et des effets possibles des essais sismiques sur le milieu marin, la CGC a tenu une série de rencontres publiques et de séances d'information avant de commencer les travaux.



Installation d'un sismomètre au cours d'un levé sur le terrain effectué après le séisme qui s'est produit dans le Saguenay, au Québec, en novembre 1988.

Laurent. Les résultats de ces études permettront d'obtenir une image plus claire du potentiel en ressources de ces régions.

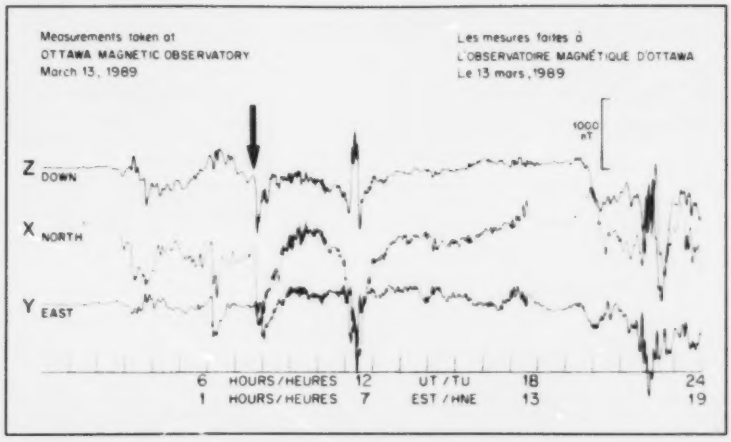
LE PROJET de l'arche de Peace River, visant à accroître la connaissance du bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, important sur le plan économique, a progressé beaucoup cette année. Cette étude, réalisée en collaboration avec la Commission géologique de l'Alberta, comporte une gamme d'études géoscientifiques et présente un intérêt particulier étant donné l'importance des ressources en hydrocarbures associées à ce bassin.

ENVIRONNEMENT

LE SÉISME du Saguenay, de magnitude 6,2, qui est survenu le 25 novembre 1988 près de Chicoutimi au Québec, a été le plus important tremblement de terre enregistré dans l'Est de l'Amérique du Nord depuis 1935. En raison de la secousse sismique prémonitoire de magnitude 4,7 enregistrée deux jours auparavant, les sismologues de la CGC avaient accru la surveillance sur le terrain dans la région; cet accroissement des activités s'est poursuivi pendant deux semaines, donc durant la période de réplique sismique. Étant donné que ce tremblement de terre s'est produit dans une région que l'on croyait inactive sur le plan sismique, d'autres installations de surveillance sismique permanentes ont été établies dans la région du Saguenay. En mars 1989, deux séismes (magnitudes 4,3 et 4,4) qui se sont produits dans la zone sismique de Charlevoix, située à 130 km au sud-ouest de Chicoutimi, ont de nouveau causé quelque inquiétude. En tout, 86 séismes puissants, dont 37 ont été ressentis, ont été constatés au Canada, ou à proximité, au cours de la dernière année.

LA CGC a continué son étude des risques sismiques dans la Cordillère de la côte Ouest et la région extracôtière adjacente, l'une des régions les plus actives du Canada sur le plan sismique. Cette étude a démontré qu'il existait

Le magnétogramme enregistré à la mi-mars par l'Observatoire magnétique de la Commission à Ottawa, montre le début d'une activité intense du champ magnétique qui a été un important facteur de l'interruption très répandue que les communications et les services publics d'électricité ont éprouvé dans l'hémisphère nord. La flèche indique le début des problèmes hydro-électriques.



un risque de "méga-séisme" (dont la magnitude atteindrait 9,0 sur l'échelle de Richter) dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique et l'île de Vancouver.

▶ **LA MODERNISATION** du réseau de sismologie de Yellowknife, projet s'étendant sur trois ans au coût de 3,5 millions de dollars, a été terminée selon l'échéancier; l'ouverture officielle est prévue pour septembre 1989. Ces installations servent à la recherche visant à distinguer les explosions nucléaires souterraines des séismes naturels et à mettre au point des techniques sismologiques qui feraient partie des prescriptions de vérification d'un arrêt des essais nucléaires souterrains. À la lumière de ces études, la Commission fournit ses conseils au ministère des Affaires extérieures en vue de la formulation d'une politique canadienne sur les questions traitant de l'arrêt des essais nucléaires. Grâce à ce nouveau réseau de sismologie, le Canada peut maintenant contribuer par un apport de données sismiques importantes, à la surveillance internationale de l'arrêt des essais nucléaires.

▶ **LE PROGRAMME** de prévision magnétique de la CGC a fait parler de lui à la suite de l'important orage magnétique qui s'est produit le 12 mars 1989 et qui s'est avéré le facteur principal à l'origine d'une panne généralisée d'électricité au Québec et de problèmes de transmission d'électricité ailleurs au Canada. En effet, on entre dans une période d'activité solaire intense et de nombreuses éruptions et taches solaires se produisent; ces phénomènes conduiront à l'augmentation de la fréquence de telles perturbations magnétiques. À preuve, la CGC a émis cette année 19 "alertes" d'activité géomagnétique intense aux centrales et aux organismes de communication cette année, alors qu'elle n'en avait émis que dix l'année dernière. Les plans visant à accroître le système d'avertissement d'orages géomagnétiques et de prévisions magnétiques ont été finalisés.

▶ **HUIT** cartes à 1/500 000 de la radioactivité de la Nouvelle-Écosse ont été publiées; il s'agit des premières cartes polychromes de la radioactivité régionale jamais publiées au Canada. Un projet, donné à contrat, a permis de démontrer que les levés aéroportés des rayons gamma peuvent servir à prédire les régions sujettes à la présence de niveaux élevés de radon dans les maisons.

▶ **CINQ** années d'études, poursuivies à l'Observatoire Algonquin de radioastronomie (Parc Algonquin, Ontario) et à l'Observatoire fédéral d'astrophysique (Penticton, C.-B.) ont permis de prouver le concept d'un système canadien de mesures géophysiques par interférométrie à base longue. Ce système surveille les sources extérieures à la galaxie (p. ex. les quasars) afin d'établir une référence de base permettant de réaliser avec une grande précision les mesures de géodynamique globale et de géodé-

Changement à l'échelle du globe

Les préoccupations environnementales ont incité un grand nombre de scientifiques du monde entier à mettre sur pied un programme de recherche multidisciplinaire et de portée planétaire. Connu sous le nom de Changement à l'échelle du globe, ce projet vise à établir la nature et la portée des changements climatiques actuels de même que la contribution des activités humaines à ces changements climatiques.

La Société royale du Canada coordonne la contribution du Canada à ce programme. La CGC y participe activement par le biais de ses travaux de recherche géoscientifique qui fournissent des données fondamentales sur, par exemple, les glaces, la biota fossile, les processus géomorphologiques contemporains, la température et la géochimie du sol de même que des informations pertinentes à l'établissement de modèles du globe, dans le but de comprendre et de reconstituer les anciens milieux, et établir le taux des changements climatiques et environnementaux. Les informations ainsi obtenues permettent d'étalonner les modèles prévisionnels des changements environnementaux.

Les carottes de glace prélevées dans les glaciers de l'Arctique canadien renferment presque 100 000 ans d'histoire sur les changements climatiques. Les fluctuations de température les plus récentes peuvent être déterminées à partir de la décomposition annuelle. Les températures du XXe siècle sont généralement supérieures à celles de toute période au cours des derniers 2000 ans. Cependant, on relève des intervalles encore plus chauds depuis la dernière glaciation qui a pris fin il y a 10 000 ans. L'augmentation de la température relevée depuis 1850 peut être attribuée, du moins en partie, à l'activité humaine.

Étalée sur plusieurs années, une étude régionale réalisée en collaboration avec le Service hydrographique du Canada et l'Étude du plateau continental polaire vise à terminer la cartographie de reconnaissance du golfe de Boothia, dans les Territoires du Nord-Ouest. L'an dernier, environ 692 observations gravimétriques et bathymétriques faites à partir de la glace de mer ont été ajoutées à la Base nationale de données gravimétriques dans le cadre de ce travail. On voit ici le camp de base à la baie Agu, dans le golfe de Boothia.

sie. Il remplacera les techniques astronomiques et permettra d'accroître de deux ordres de grandeur les mesures de la dynamique de la Terre (p. ex. rotation de la Terre, déplacement des pôles). Ces mesures sont à la base du système de référence terrestre et sont essentielles aux systèmes de navigation hautement spécialisés ainsi qu'à la détermination du temps universel.

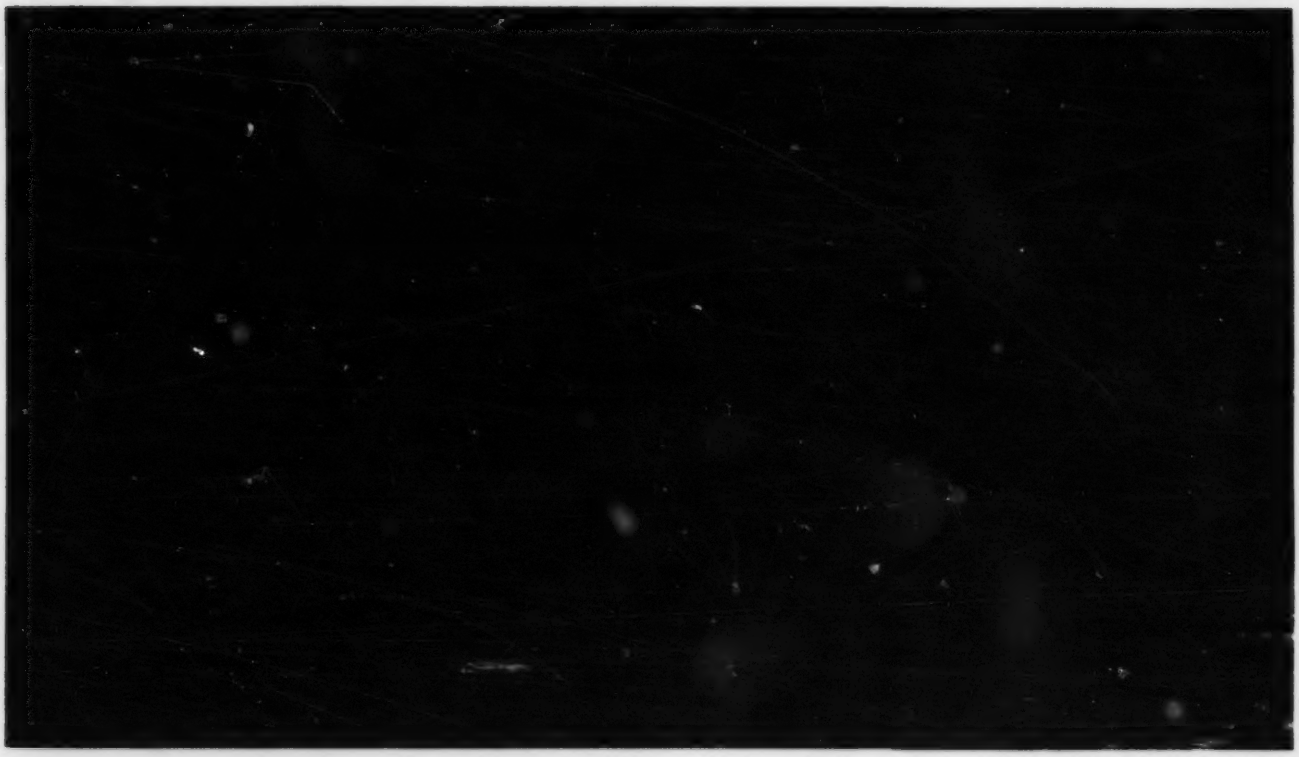
▶ **UN PROJET** de recherche auquel participent la CGC, le Service de l'environnement atmosphérique et l'Université McMaster a débuté en 1988 en vue d'étudier les rapports qui existeraient entre les matériaux de surface, la végétation et le climat. Les études sur le terrain qui se poursuivent à Hot Weather Creek sur l'île d'Ellesmere serviront de référence pour déterminer s'il y a réchauffement climatique dans l'Arctique à cause de l'accroissement de "l'effet de serre".

▶ **DANS** le cadre du premier programme de longue portée sur le terrain consacré à un gravimètre qui permet de mesurer la gravité absolue, trois sites ont été établis autour de la baie d'Hudson au Québec et au Manitoba. Des mesures y seront prises à intervalles en vue de détecter le faible relèvement continuel que connaît cette région en raison de la fonte des glaciers.

Les cinq premières cartes de la série du nouvel Atlas géophysique du Canada ont été publiées au cours de l'année.

Des études réalisées conjointement par le gouvernement, le milieu universitaire et l'industrie dans la zone côtière de la mer de Beaufort ont continué à produire des résultats intéressants sur le plan de la conception et de la réglementation des pipelines dans la région de la mer de Beaufort et du delta du Mackenzie. Les techniques géologiques, géophysiques et géotechniques in situ *utilisées dans le cadre de ces études, conjuguées aux essais réalisés en laboratoire sur les échantillons, ont permis d'améliorer le niveau de compréhension quant aux rapports existants entre les conditions géothermiques, le pergélisol, la géologie et les propriétés géotechniques des matériaux meubles.*

La photo montre une installation de forage utilisée pour la réalisation d'études géotechniques sur la glace fixe du rivage de la mer de Beaufort.

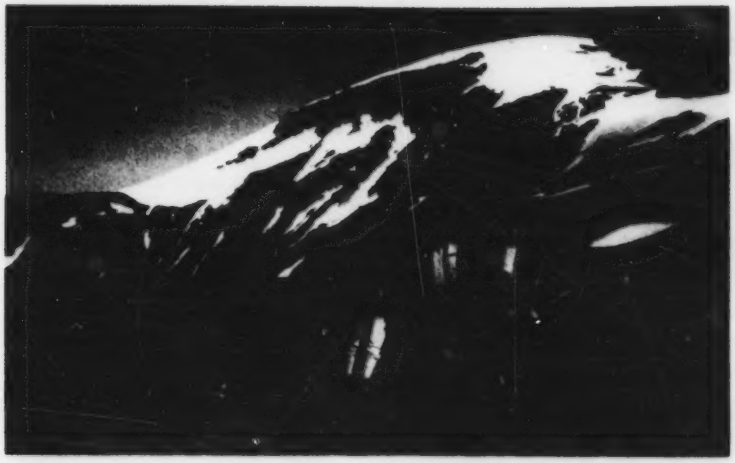


Dans le cadre des ententes fédérales-provinciales d'exploitation minérale, la CGC a continué à gérer des contrats de levés aéromagnétiques totalisant plus de 11 millions de dollars, accordés à l'industrie de la géophysique au Canada au cours des cinq dernières années. Quelque 400 cartes aéromagnétiques ont été publiées pour diverses régions du Canada; ces cartes servent à l'exploration minérale au pays. Un programme complémentaire a permis d'établir des cartes de la géologie des matériaux en surface et a encouragé l'exploration minérale par la production de données sur la lithologie et la géochimie des tills, à partir des connaissances que détient la CGC dans le domaine de la géologie des matériaux en surface et en prospection des matériaux de transport glaciaires.

RESSOURCES MINÉRALES

▶ **IL EST INTÉRESSANT** de noter qu'un nombre important de concessions minières ont été jalonnées en réponse directe à des publications issues des ententes d'exploitation minérale et portant sur la teneur en or des tills de nouvelles zones d'exploration et du prolongement de zones minières existantes dans le nord du Manitoba, le nord du Nouveau-Brunswick et le nord-ouest de l'Ontario. Les méthodes d'exploration mises au point et lancées par la Commission ont contribué directement au succès de l'exploration par le secteur privé, notamment aux récentes découvertes d'or à Terre-Neuve.

▶ **LE LEADERSHIP** canadien en matière de levés aéromagnétiques est dû en grande partie aux recherches novatrices et au développement technologique qu'a réalisés la CGC au cours des 40 dernières années. Conformément à la politique d'accorder à contrat les travaux, la CGC a mis sur pied un comité conjoint de nature industriel et gouvernemental visant à promouvoir les développements futurs du secteur privé dans ce domaine de pointe. En 1988-1989, le ministère des Approvisionnements et Services, avec une aide de moins de 10 % d'EMR, a fourni des subventions de près de deux millions de dollars à des projets de l'industrie privée. Ces projets touchent l'augmentation de la sensibilité des instruments servant aux levés, l'amélioration du



La cartographie géologique et l'échantillonnage géochimique réalisés par la CGC appuient l'exploration dans la région de Sulphurets, en Colombie-Britannique. Cette région offre un grand potentiel de découverte de gisements de minerai porphyrique à teneur de cuivre et d'or. La photo montre M. Bob Hewton, vice-président de la Sulphurets Gold Corporation, en discussion avec le personnel de la CGC.

matériel d'acquisition des données et l'amélioration des capacités de navigation aux fins de levés aériens.

▶ **DES RECHERCHES** réalisées dans la région de la mine Lupin, située au nord de Yellowknife, T.N.-O., ont permis de découvrir deux nouvelles zones volcaniques dans des séquences sédimentaires qui renferment aussi des gisements aurifères logés dans des formations ferrifères.

▶ **DANS** le cadre de l'Entente Canada-Nouveau-Brunswick d'exploitation minérale, les travaux réalisés à Bathhurst Camp au Nouveau-Brunswick, soit des études détaillées des roches volcaniques hôtes de gisements de métaux communs, ont permis d'élaborer de nouveaux modèles structuraux ainsi qu'une synthèse tectonique qui peuvent servir à l'exploration minérale dans la région.

▶ **DANS** le nord du Manitoba, une étude des zones de métamorphisme, liées à des gisements de sulfures massifs dans les zones volcaniques de Lynn Lake et de Flin Flon, ont permis de reconnaître trois principaux types de métamorphisme : potassique, alumineux et ferromagnésien. Les roches de ces zones s'avèrent des guides précieux à la prospection.

▶ **LA CGC** a participé à la deuxième phase d'établissement des profils de sismique-réflexion du corridor d'étude du sud de la Cordillère entrepris dans le cadre du projet LITHOPROBE. Des données ont été recueillies tout le long de la coupe (950 km) afin de compléter les lignes qui s'étendent de l'est du sillon des Rocheuses jusqu'à la côte. Les résultats préliminaires pourraient jouer un rôle important dans la compréhension de la nature des séismes dans cette région. Un contrat visant à réaliser des levés audiomagnétotelluriques à source contrôlée au-dessus du dôme Lemieux dans la région de la Gaspésie au Québec a été accordé à la Phoenix Geophysics (Toronto) Ltd. Les données obtenues dans le cadre de ces levés, conjuguées aux données gravimétriques, pourraient précipiter une réinterprétation des théories jusqu'ici acceptées de la métallogénèse du dôme.

▶ **L'ÉTUDE** de la dorsale Juan de Fuca, située au large de la côte ouest, a permis d'établir les premières cartes détaillées des monts de sulfures sous-marins de la vallée Middle et a fourni des carottes très précisément localisées de la zone de flux thermique élevé au sein de laquelle ils se produisent. L'étude de ces phénomènes sous-marins permettra d'interpréter les gisements de minerais analogues rencontrés sur terre. Au volcan sous-marin Axial Seamount, des preuves d'une séparation en phase fluide et le fractionnement de l'or entre ces fluides pourraient expliquer la présence de gisements de sulfure massifs riches en or.

Levé de sismique-réflexion à haute résolution dans la région de l'Abitibi

Un levé pilote de sismique-réflexion a été effectué au début de 1988 dans la zone de roches vertes de l'Abitibi. Une première phase de traitement des données a été réalisée. Les résultats de ce levé devraient déboucher sur une réévaluation de l'évolution des importantes zones minéralisées de roches vertes de l'Archéen. Cette étude fructueuse a suscité une importante collaboration entre divers organismes, notamment la Commission géologique de l'Ontario et le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

L'information sur ce projet diffusée à l'occasion de réunions de groupes scientifiques et de représentants de l'industrie a suscité beaucoup d'intérêt, au point que certaines sociétés minières ont donné à la Commission accès à des carottes d'exploration aux fins d'études des propriétés sismiques des roches dans des zones de failles importantes et aux alentours de ces zones. Les carottes prélevées seront utilisées dans le cadre d'un projet mixte auquel participeront le secteur industriel, l'Université Dalhousie et la CGC au cours de 1989-1990. On espère que ce projet permettra d'établir des liens plus étroits entre les discontinuités sismiques découvertes récemment et diverses données de surface.

▶ **DES ÉTUDES** de zones aurifères du Bouclier canadien et de la Cordillère ont montré que la répartition du minerai peut être prédite à partir d'une analyse structurale réalisée à l'échelle du gisement et du district minier. De plus, ces analyses semblent indiquer que la formation de nombre de gisements d'or filonien a eu lieu au cours de périodes d'activité sismique dans des régimes dominés par la création de failles inverses ou de failles de décrochement. L'étude de la métallogénie de l'or dans des terrains ophiolitiques a permis de découvrir de nouvelles venues aurifères dans la péninsule de Baie Verte à Terre-Neuve et a mené directement à une importante exploration par le secteur privé.

▶ **UNE ÉTUDE** de cinq ans portant sur les zones hydrothermiques entourant les granites dévoniens de la région de la Gaspésie au Québec a mené au décuplement de la zone cible à minéralisation possible de métaux communs.

▶ **LES PREMIÈRES** cartes biogéochimiques régionales du Canada ont été achevées pour une région d'exploration aurifère dans l'est de la Nouvelle-Écosse. Une méthode rentable et rapide utilisant les hélicoptères aux fins d'échantillonnage biogéochimique a été mise au point et a passé avec succès le stade des essais en Colombie-Britannique.

▶ **ON A CONTINUÉ** à faire appel aux compétences de la CGC en matière de géophysique des sondages en dehors de son champ habituel d'application, soit le domaine de l'exploration minérale. De nouvelles applications comprennent les problèmes géotechniques de l'extraction du charbon, les aspects de l'évaluation environnementale de l'aquifère de Fredericton (sa source d'eau potable), le contrôle de la teneur du minerai d'amiante et la technologie dans le domaine des thermopompes.

▶ **EN TRANSFERT** de technologie, un permis a été accordé à une entreprise du Québec pour son système de diagraphie des forages par polarisation induite à l'intention de l'industrie de l'exploration minérale. De l'équipement d'échantillonnage des eaux souterraines a été conçu, construit et vérifié avec succès; une entreprise canadienne s'occupera de la fabrication, de la vente et du service.

Projet de Cape Smith

La cartographie géologique de la région nord-est de la zone de Cape Smith, dans le nord du Québec, a été achevée en 1987. Depuis, 15 cartes à l'échelle de 1/50 000 ont été dessinées et envoyées à la CGC aux fins d'impression sous forme de cartes polychromes et de mise en circulation sous forme de dossier public. Ces cartes, accessibles au public, seront disponibles à l'été 1989. On projette également de faire une grande synthèse de la géologie de cette zone. Les résultats obtenus à ce jour ont révélé qu'il y a eu un déplacement marqué de plaques tectoniques dans cette zone au Protérozoïque inférieur (Précambrien), ce dont témoigne la présence dans cette région du complexe ophiolitique le plus ancien jamais découvert. Les cartes fournissent des informations détaillées sur l'évolution géologique et les déformations complexes qu'a connues cette zone, informations qui s'avéreront très utiles aux sociétés minières dans leurs travaux de prospection.

Fond océanique d'il y deux cent millions d'années dans l'ophiolite de Purtuniq (zone de Cape Smith, dans le nord du Québec) – remarquez la présence de tubes de basaltes en coussins bien formés.

Deux cartes, dont la publication a été particulièrement bien accueillie par l'industrie de l'exploration minérale, "Terrane Map of the Cordillera" et "Metamorphic Map of the Cordillera", ont paru à l'échelle de 1/2 000 000. Ces cartes présentent une synthèse remarquable de cette région complexe sur le plan tectonique et constitue l'analyse des terrains la plus détaillée d'une importante zone orogénique jamais produite. La photo montre l'auteur de la carte, M. John Wheeler.

INFORMATION ET COORDINATION

▶ **LA CGC** s'est vue accorder un important contrat, parrainé par la Banque asiatique de développement, pour la réalisation d'une étude de faisabilité d'un important levé géophysique aéroporté en Indonésie. Il est possible que d'autres avantages pour l'industrie canadienne (p. ex. vente d'équipement canadien, mise au point de programmes de formation) découlent de ce contrat. La CGC a également poursuivi son programme d'aide internationale en assurant un soutien technique à des projets parrainés par l'Agence canadienne de développement international en Thaïlande, au Zimbabwe et en Jamaïque et à des projets au Pakistan parrainés par le Fonds de développement des Nations unies.

▶ **LE COMITÉ** national des commissions géologiques a entrepris des discussions avec les provinces et territoires en vue d'établir, en collaboration, des systèmes d'information géoscientifique et des projets conjoints de cartographie à l'échelle nationale. Il s'agit-là du début d'une nouvelle ère de coopération fédérale-provinciale dans le domaine de la planification et de la mise en oeuvre des projets géoscientifiques au Canada.

▶ **EN CONTINUANT** à participer aux discussions portant sur la planification de l'utilisation du territoire nordique, la CGC s'assure que la recherche géoscientifique n'est pas oubliée au cours des discussions portant sur le développement d'un bon nombre de plans d'utilisation des terres.

▶ **LES CAPACITÉS** de publication ont été améliorées grâce à l'ajout d'un nouvel équipement informatisé qui a permis de moderniser et de rationaliser le processus de production des cartes et des documents. Dans le cadre d'un projet pilote, le nouveau système a servi à obtenir quinze séparations de couleurs pour les cartes géologiques et à produire près de 500 graphiques par numérisation. La première carte en couleurs d'origine numérique de la CGC a été publiée.

▶ **LA CGC** a produit 43 publications, 460 cartes et 170 dossiers publics, a répondu à près de 9000 demandes d'information de ses clients et a fourni près de 16 000 documents à ses utilisateurs de l'extérieur. Près de 14 000 registres ont été ajoutés aux trois banques de données de la bibliothèque (GEOSCAN, GEOCAT et PHOTOLIB) augmentant ainsi la disponibilité et l'accessibilité des renseignements géoscientifiques.

▶ **UNE IMPORTANTE** publication, "Quaternaire du Canada et du Groenland", a été presque achevée; ce premier volume de la nouvelle série "Géologie du Canada" de la CGC, constituera l'ouvrage de référence sur la géologie du Quaternaire au Canada. Il s'agit également d'une contribution à la Décennie de la géologie nord-

Plus de 1800 géoscientifiques des industries, des universités et du gouvernement ont participé au deuxième forum sur les activités canadiennes dans le domaine du pétrole et du gaz, qui s'est tenu à Calgary en février 1989.

américaine (DGNA) de la Geological Society of America. Cette publication s'intéresse aux dépôts du Quaternaire et notamment à leur nature, à leur histoire géologique, aux ressources qu'ils renferment et aux risques de catastrophe qu'ils présentent.

▶ **LA CGC** a été l'hôte d'un colloque international d'une durée de cinq jours, qui s'est tenu à Ottawa, portant sur les applications statistiques dans le domaine des sciences de la Terre; près de 400 participants provenant de dix pays y ont pris part. Les principaux thèmes portaient sur l'intégration des données spatiales, le traitement statistique des données géoscientifiques et la stratigraphie quantitative. La CGC s'intéresse particulièrement à l'analyse assistée par ordinateur et à l'interprétation des données géoscientifiques.

▶ **QUELQUE 1600** personnes, provenant essentiellement des milieux de l'industrie, ont participé à la sixième conférence annuelle sur la géologie de la Cordillère et l'exploration, qui s'est tenue à Vancouver en février 1989. Cette conférence a été parrainée conjointement par le Chamber of Mines de la Colombie-Britannique et du Yukon, par le Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources de la Colombie-Britannique, par le ministère des Affaires indiennes et du Nord et par la Commission géologique du Canada. Cette conférence a été l'occasion d'établir de nouveaux contacts et de discuter avec des clients.

▶ **UN NOUVEAU** service de communication propre à la Commission a été mis sur pied à la CGC. Son mandat est d'assurer que les Canadiens soient bien informés des résultats et des répercussions du programme de recherche de la Commission et que la visibilité et la réputation de l'organisme soient maintenues et même améliorées.

▶ **LA COMMISSION** administre le Programme d'ententes de recherche pour le Ministère. Ce programme permet de financer, suivant les priorités du Ministère, les travaux de scientifiques et de chercheurs attachés à des universités et des instituts canadiens. En 1988-89, 1,4 million de dollars ont été attribués à un total de 178 projets menés dans 42 centres de recherche à travers le Canada.

À LIRE *LES BEST SELLERS 1988-1989 DE LA CGC*

Pour commander ces publications, prière de communiquer avec le :

Bureau des publications
Commission géologique du Canada
601, rue Booth
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
Téléphone : (613) 995-4342

▲ **Études en cours :** Compendium de 1600 pages en huit volumes portant sur les derniers résultats des programmes de recherche de la CGC.

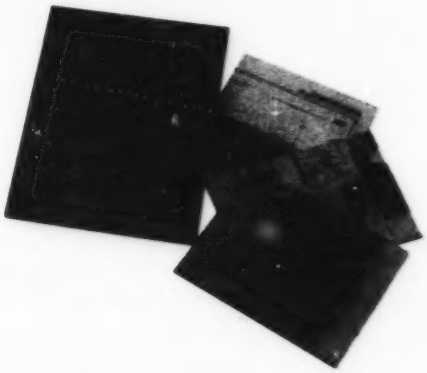
Atlas géophysique du Canada : Recueil de cartes présentant l'information provenant des bases de données nationales des programmes de cartographie géophysique de la CGC. Cinq cartes à 1/ 10 000 000 illustrent divers aspects des champs géomagnétiques, gravimétriques et aéromagnétiques ainsi que de la sismicité au Canada. D'autres cartes sont prévues. ▼

▲

Radiogenic Age and Isotopic Studies : Une toute nouvelle "collection" annuelle qui présente des données du groupe de géochronologie de la CGC. Les données chronologiques à l'appui des programmes de cartographie géologique peuvent avoir une importance économique immédiate, par exemple, dans le cas de la détermination de la marge est de la province aurifère des Esclaves.

◀ **Ressources en pétrole conventionnel de l'Ouest canadien (léger et moyen) :** La source principale de pétrole canadien se situe dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien; malheureusement les réserves conventionnelles s'appauvrissent. Ce "Livre bleu" estime la quantité de pétrole non découvert dans le bassin, ainsi que les conditions économiques entourant son exploitation éventuelle.

Cameron River and Beaulieu River, Volcanic Belts of the Archean Yellowknife Supergroup, District of Mackenzie, Northwest Territories : Ce rapport présente la stratigraphie, la structure et la volcanologie de la "zone de roches vertes" qui borde le bassin supracrustal de Yellowknife. Les zones de roches vertes archéennes renferment des gisements aurifères, et la région de Yellowknife a été un important producteur d'or. Les deux cartes en couleurs à 1/50 000, qui accompagnent le rapport, ont été mises en circulation plus tôt en raison de l'intérêt marqué pour l'exploration de cette région.



Contributions to Canadian Paleontology : La publication annuelle de ce rapport a repris après une pause de près de dix ans. L'information détaillée qui y paraît est nécessaire à une datation et une corrélation précises des strates des bassins sédimentaires canadiens et permet d'évaluer le potentiel économique de ces régions.

La cartographie des paysages : Dans ce rapport, le Conseil géoscientifique canadien examine le besoin qu'ont divers utilisateurs des données relatives au génie géologique et au Quaternaire produites par la Commission.

Compte-rendu de l'atelier international sur les instruments d'observatoires magnétiques : Ce compte-rendu souligne les résultats du premier atelier international portant sur les instruments utilisés dans les observatoires magnétiques. Cet atelier se prête de façon idéale à l'évaluation du rendement et des caractéristiques des nouveaux systèmes d'enregistrement et magnétomètres qui conviennent aux observations magnétiques.

Le soutien logistique apporté à la station de recherche de l'île de glace a continué à présenter de nouveaux défis; en effet, des aéronefs Hercules appartenant au ministère de la Défense nationale ont été utilisés pour parachuter à basse altitude l'équipement lourd sur l'île de glace. L'ÉPCP a par la suite inondé avec succès une piste d'atterrissage de 45 sur 1500 m de long sur l'île de glace.

ÉTUDE DU PLATEAU CONTINENTAL POLAIRE

Grâce au réseau de soutien logistique hautement perfectionné que contrôle l'Étude du plateau continental polaire (ÉPCP), plus de 1000 chercheurs peuvent travailler dans l'Arctique canadien chaque année. L'ÉPCP oeuvre en étroite collaboration avec d'autres sections du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et coopère avec d'autres organismes gouvernementaux et des groupes universitaires de façon à fournir compétences techniques, hébergement, communications, transport et équipement spécialisé d'étude sur le terrain à l'appui de la recherche qui s'effectue dans l'Arctique. L'ÉPCP se doit également d'informer la communauté scientifique et les résidents de l'Arctique de tout projet de recherche en cours.

L'administration centrale de l'ÉPCP est située à Ottawa, mais la majeure partie de ses opérations est concentrée aux camps de Tuktoyaktuk et de Resolute dans les Territoires du Nord-Ouest. L'ÉPCP exploite également une station permanente de recherche sur une "île de glace" dans l'océan Arctique.

FAITS SAILLANTS, 1988-1989

▶ **RECONNAISSANT** ainsi l'importance stratégique et le potentiel économique de l'Arctique, le gouvernement fédéral a annoncé en avril 1988 une augmentation de la subvention à l'ÉPCP de 4,5 millions de dollars au cours des deux prochaines années et de 1,2 million de dollars chacune des années suivantes.

▶ **UN SOUTIEN** logistique a été apporté à 214 groupes de recherche, provenant de plus de 40 organismes différents, au cours de la saison de terrain de 1988, qui s'est étendue du début mars à la mi-septembre. On comptait notamment plus de 100 chercheurs qui travaillaient à la station de recherche de l'île de glace et y ont réalisé des études sur la navigation, l'océanographie physique, l'océanographie chimique, la sismique réflexion, la géologie sous-marine, les mesures des flux thermiques et des études de nature microbiologique géochimique.

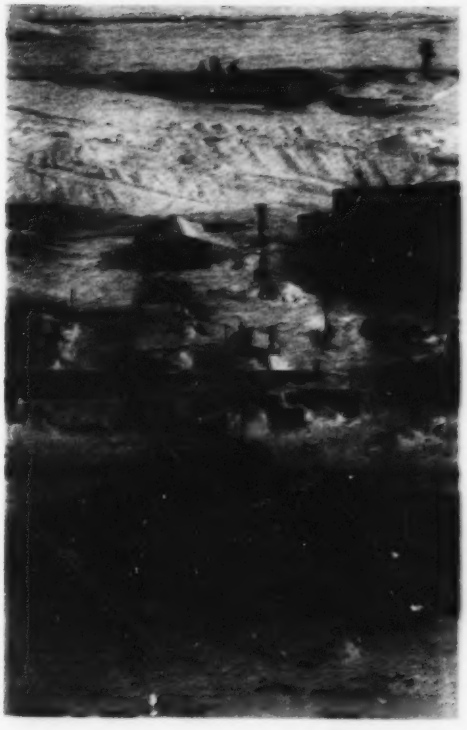
▶ **LES PROJETS** de recherche parrainés par l'ÉPCP chaque saison de travail sur le terrain vont de l'archéologie à la zoologie. Voici un exemple des projets réalisés en 1988 : l'étude des paléoclimats dans l'Extrême-Arctique à l'appui du programme sur le Changement à l'échelle du globe par la Commission géologique du Canada, les effets du forage dans la partie est de la mer de Beaufort sur les ours blancs par le

Service canadien de la faune et l'étude de la culture thuléenne par l'Institut arctique de l'Amérique du Nord.

▶ **DES REPRÉSENTANTS** de l'ÉPCP ont rendu visite à nombre de collectivités de l'Arctique afin d'informer les résidents des projets de recherche qui seront réalisés dans leur "cour"; il s'agit notamment de Resolute, Tuktoyaktuk, Pond Inlet, Mould Bay, Eureka, Alert, Sachs Harbour, Cambridge Bay et Holman Island. M. Marcel Masse, ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources, a participé aux trois dernières visites au cours de sa tournée dans l'ouest de l'Arctique.

▶ **LES ÉTUDES** de la "forêt fossilisée" de 45 millions d'années de l'île Axel Heiberg se sont poursuivies au cours de l'été 1988. "Search for a Tropical Arctic" un film portant sur la recherche effectuée à ce site, a été réalisé puis présenté en première par la CBC. Le film, une coproduction de la Société géographique royale du Canada et d'EMR, a reçu un soutien logistique de l'ÉPCP.

▶ **LES MÉDIAS** ont continué à s'intéresser beaucoup à l'Arctique en 1988. L'ÉPCP a apporté son soutien à un bon nombre de groupes chargés du reportage d'activités scientifiques dans l'Arctique, y compris des équipes du Canadian Geographic, du Globe and Mail, de L'Actualité, de la CBC, du New York Times et du Chicago Tribune.



La construction de nouvelles installations d'hébergement et de nouveaux hangars au camp de Resolute a été achevée. À Tuktoyaktuk, l'amélioration des installations du camp s'est poursuivie. La photo montre une vue aérienne de Resolute.

Cap sur l'Arctique

En vertu de ce nouveau programme, annoncé en septembre 1988, l'ÉPCP a ouvert son réseau unique de soutien logistique aux artistes ou écrivains canadiens qui désirent travailler dans les régions éloignées de l'Arctique. Après avoir oeuvré pour la communauté scientifique durant plus de 30 ans, l'ÉPCP offre maintenant le même appui à la communauté artistique. Les demandes sont étudiées par un comité spécial qui comprend des représentants du Conseil des Arts du Canada. Les premiers participants se rendront dans l'Arctique au cours de la saison de travail sur le terrain de 1989.

ORGANIGRAMME

ÉTAT FINANCIER DU SECTEUR
LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
Dépenses engagées en 1988-89 (en milliers de dollars)

	TOTAL	PERSONNEL	FONCTIONNEMENT	IMMOBILISATIONS	SUBVENTIONS ET CONTRIBUTIONS	ANNÉES-PERSONNES
Géologie sédimentaire et marine						
Géologie de la Cordillère du Pacifique	8,642	3,900	3,935	807	—	77
Géologie sédimentaire et pétrolière	14,387	7,466	6,341	580	—	158
Centre géoscientifique de l'Atlantique	13,495	5,845	6,609	1,041	—	118
	36,524	**17,211**	**16,885**	**2,428**	**—**	**353**
Géologie du continent et des ressources minérales						
Ressources minérales	14,368	8,205	5,262	901	—	167
Lithosphère et Bouclier canadien	9,602	5,150	3,844	608	—	93
Centre géoscientifique de Québec	173	70	97	6	—	1
	24,143	**13,425**	**9,203**	**1,515**	**—**	**261**
Géophysique et sciences des terrains						
Géophysique	13,191	5,875	5,458	1,858	—	119
Science des terrains	8,447	4,476	3,623	348	—	81
	21,638	**10,351**	**9,081**	**2,206**	**—**	**200**
Programmes, planification et services						
Information géoscientifique	6,163	3,750	2,012	401	—	104
Planification, services sectoriels et projets spéciaux	3,434	1,826	1,455	153	—	49
	9,597	**5,576**	**3,467**	**554**	**—**	**153**
Étude du plateau continental polaire						
	12,234	**948**	**5,369**	**5,917**	**—**	**22**
Gestion et soutien de programme (administration centrale du secteur)						
	6,916	**915**	**396**	**80**	**5,525**	**15**
Total-Secteur	**111,052**	**48,426**	**44,401**	**12,700**	**5,525**	**1,004**